

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Titulación: Ingeniero Técnico de Minas.

PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

DISEÑO DE UNA PLANTA DE
TRITURACIÓN Y CRIBADO DE
CALIZA PARA CEMENTO

MARIA JOSE GARCIA CANTOS

JUNIO DE 2012

TITULACIÓN: INGENIERO TÉCNICO DE MINAS

PLAN: 2002

Autorizo la presentación del proyecto

***“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRITURACIÓN Y CRIBADO DE
CALIZA PARA CEMENTO”.***

Realizado por

María José García Cantos

Dirigido por

José Luis Parra y Alfaro

Firmado: José Luis Parra y Alfaro.

Fecha: 20 de JUNIO de 2012.

ÍNDICE

	pág.
RESUMEN Y ABSTRACT	V
MEMORIA	
1.- INTRODUCCIÓN	01
2.- PROCESO INDUSTRIAL	02
2.1.- MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS INTERMEDIOS Y ACABADOS	05
2.1.1.-MATERIA PRIMAS	09
2.1.2.-CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	10
2.2.- DATOS DE PARTIDA	11
2.3.- DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA INSTALACIÓN	12
3.- DISEÑO DE LA PLANTA	14
4.- EQUIPAMIENTO Y MAQUINARIA INDUSTRIAL	16
4.1.- ALIMENTACIÓN Y TRITURACIÓN	16
4.1.1.-ALIMENTADOR DE PLACAS	17
4.1.2.-MACHACADORA PRIMARIA	18
4.1.3.-MACHACADORA SECUNDARIA	19
4.1.4.-ESTRUCTURA	20
4.2.- MOLIENDA	20
4.2.1.-MOLINO	22
4.3.- CRIBADO	26
4.3.1.-CRIBA	28
4.3.2.-REPARTIDOR VIBRANTE	29
4.3.3.-ESTRUCTURA DE LAS CRIBAS	30

4.4.- TRANSPORTADORES	32
4.4.1.- TRANSPORTADOR POS 06	33
4.4.2.- TRANSPORTADOR POS 08	35
4.4.3.- TRANSPORTADOR POS 09	36
4.4.4.- TRANSPORTADOR POS 12	38
4.4.5.- TRANSPORTADOR POS 13	39
4.4.6.- TRANSPORTADOR POS 14	40
4.4.7.- INGENIERÍA	42
4.5.- CUADRO DE POTENCIAS	43
4.6.- NORMATIVA APLICADA	43
 5.- REPERCUSIÓN DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	 45
5.1.- EMISIONES	45
5.2.-RUIDOS	50
5.3.-VIBRACIONES	53
5.4.-OLORES	53
5.5.-ABASTECIMIENTO DE AGUAS	54
5.6.- RESIDUOS SOLIDOS	54
 6.-SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	 55
6.1.- VENTAJAS DE IMPLEMENTACIÓN	56
6.2.- ETAPAS	57
6.2.1.- INVENTARIO TÉCNICO	57
6.2.2.- DIAGNÓSTICO PREELIMINAR	58
6.2.3.- CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	62
6.2.4.- DETERMINACIÓN DE COSTES	63
6.2.5.- SUPERVISIÓN	64
6.2.6.- CONTROL	64
 6.3.- PLAN PROPUESTO	 66
6.3.1.- DEFINICIÓN DE TAREAS	66

6.3.2.- ALIMENTACIÓN Y TRITURACIÓN	67
6.3.3.- MOLIENDA	68
6.3.4.- CRIBADO DE FINOS	69
6.3.5.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA	70
6.3.6.- INSTALACIÓN DE CAPTACIÓN DE POLVO	71
6.3.7.- CONSIGNA DE RECAMBIOS	72
ESTUDIO ECONÓMICO	75
ROCK TEST	80
CURVA DE PRODUCCION DE LOS MOLINOS	90
PLANING MANTENIMIENTO	92
INDICE DE FIGURAS	94
PLANOS	96

RESUMEN

El principal objetivo de este proyecto consiste en diseñar una nueva instalación de trituración de caliza en una fábrica de cemento, de manera que esté en disposición de obtener las correspondientes autorizaciones administrativas para su puesta en marcha.

Dicha fábrica cuenta con un horno para la producción de clínker gris con una capacidad de 3.400 t/d, además de las correspondientes instalaciones de molienda, almacenamiento, expedición y servicios auxiliares.

La nueva instalación tiene como objetivo la trituración de caliza, con un caudal de 800 t/h y una granulometría final de 0 - 15 mm., para la alimentación al molino de crudo.

Con la nueva instalación se buscan varios fines:

- Disminuir la granulometría del material triturado a un tamaño 0-15 mm., para que aumente la producción del molino de crudo.
- Aumentar la capacidad de trituración de 500 t/h a 800 t/h. para mejorar los costes operativos.
- Disminuir las emisiones de polvo por debajo de 50 mg/Nm³.
- Reducción del consumo energético en kW/t. en la producción de caliza, al utilizar maquinaria de nueva generación.

ABSTRACT

The main objective of this Project is to design inexistent new limestone crushing installation in a cement plant in order to obtain its mandatory administrative authorizations for its implementation.

The factory has a kiln for gray clinker production with a capacity of 3 400 t/d, as well as its corresponding facilities for milling, storage, expedition and auxiliary services.

The main objective of the crushing installation is reaching a capacity of 800 t/h. with a final grain size 0 – 15 mm in the mill feed.

Several objectives will be reached with the new installation:

- Reducing the grain size of the material to a size of 0-15 mm and increasing the raw mill production.
- Increasing its capacity from 500 t/h to 800 t/h and improving operating costs.
- Reducing dust emissions below 50 mg/Nm³.
- Reducing energy consumption in the limestone production by using of cutting edge technology.

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRITURACIÓN Y CRIBADO DE CALIZA PARA CEMENTO

DOCUMENTO I: MEMORIA



1.- INTRODUCCIÓN.

La instalación de la unidad de trituración y cribado de caliza de la planta es anterior a la construcción de fábrica de cemento por lo que no se encuentra dentro de la misma planta.

En la actualidad, la situación de la licencia de actividad es irregular desde el punto de vista jurídico y de permisos. Cualquier necesidad de actuación sobre la misma obliga a la tramitación de una DIC (suelo no urbanizable, con pago de canon urbanístico, EIA y licencia ambiental por el ayuntamiento de Alicante).

Dicha instalación tiene una serie de problemas ya que se encuentra obsoleta y sin equipos de filtración, influyendo en la calidad del aire de la zona. Se ha detectado una superación de los niveles de calidad ambiental para las PM10 en la comarca, lo que ha obligado a la administración a elaborar un plan de acción comarcal, obligando a instalar una cabina de inmisión para medir la calidad del aire y las partículas en suspensión.

La instalación no cumple con la certificación RD 1316/1997 y RD 286/2006 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. Más del 40% de la instalación supera el límite de exposición legal de $L_{Aeq,d} 87 \text{ dB(A)}$ alcanzando el nivel de ruido equivalente a $L_{Aeq,d}=86,9 \text{ dB(A)}$.

La solución propuesta es trasladar la instalación de trituración desde su emplazamiento actual hasta una zona dentro de la planta, con medidas operativas y ambientales adecuadas, quedando ambas instalaciones dentro de la misma parcela y amparadas por el mismo permiso ambiental.



2.- PROCESO INDUSTRIAL

Los materiales que integran la composición del crudo que, tras su paso por el horno, se convertirá en clinker son principalmente la caliza, la arcilla y la arena.

El proceso de fabricación del cemento comienza con la extracción de las materias primas que se encuentran en yacimientos. Las canteras se explotan mediante voladuras controladas o por arranque directo dependiendo si son de fácil o difícil extracción debido a su naturaleza.

Para que se puedan producir las reacciones químicas que formarán el clinker dentro del horno, en primer lugar es necesario reducir el tamaño de las materias primas, con objeto de obtener una elevada homogeneización en las mezclas, facilitar los procesos físico – químico posteriores y poder manejar estos materiales adecuadamente.

En el caso de la caliza, el material de mayor tamaño pasa por un proceso de trituración y molienda hasta dejarla con una granulometría adecuada y posteriormente se almacena en la nave de pre homogeneización. Mediante dosificadores es introducido en una cinta junto con arcilla triturada, arena y correctores (hierro, flúor) en la proporción fijada según el crudo que se vaya a fabricar y se apila mediante un transporte de cintas.

El proceso de molienda de crudo comienza con la mezcla de los materiales antes descritos en las proporciones justas y en la reducción granulométrica de dicha mezcla hasta la finura deseada para su alimentación al horno.

Una vez que tenemos el crudo que necesitamos con unas características que nos darán posteriormente cementos ajustados a los requerimientos tanto legales como específicos del cliente pasamos a clinkerizarlo (proceso que tiene lugar en el horno mediante reacciones químicas entre los óxidos de las materias primas a altas temperaturas).



La mezcla de materias primas alimenta a una torre de precalentamiento, la temperatura varía entre la entrada de la harina (de 60° a 80 °C) y los 600 °C. En esta parte tienen lugar la deshidratación y el secado de la harina.

Durante la calcinación se produce en primer lugar la descarbonatación de la harina, y por tanto la liberación de la cal proveniente del carbonato cálcico y el carbonato de Magnesio. Este proceso se realiza a temperaturas que varían entre los 600° y 900 °C.

Posteriormente se realiza una formación de fase líquida o nodulación donde se forman los compuestos que en su fusión darán lugar a la fase líquida que favorecerá las difusiones de los sólidos CaO_1 y C_2S para su combinación en C_3S . La temperatura varía entre los 900° y los 1450°C.

De los 1338° a 1450°C se completa la formación de la fase líquida, alcanzándose por tanto el punto óptimo para la reacción de clinkerización.

Debido al carácter reversible de la reacción de clinkerización, se hace necesario el enfriamiento de la reacción. De esta manera se conseguirá que las fases solidas C_3S y C_2S queden embebidas por la cristalización de la fase fundida C_3A y C_4AF .

El resultado final es un clinker formado principalmente por cuatro fases cristalinas: alita, velita, aluminato cálcico y ferroaluminato cálcico. Cada una de estas fases aporta distintas propiedades al clinker:

- Alita: $3\text{CaO}.\text{SiO}_2$; C_3S : es el componente mayoritario del clinker (alrededor del 60%). Es el principal aportador de resistencias mecánicas al cemento. Facilita la hidratación rápida, ofrece resistencias iniciales altas y finales buenas y un calor de hidratación moderadamente alto.
- Belita: $2\text{CaO}.\text{SiO}_2$; C_2S : es el siguiente componente en cuanto a presencia en el clinker (15%). Aporta lentitud en la hidratación, resistencias finales buenas y calor de hidratación bajo.



- Fase alumínica: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$; C_3A : con una proporción media del 11% en el clinker, proporciona resistencias tempranas, por su calor de hidratación elevado. Ayuda a la hidratación rápida.
- Fase ferrítica: $2\text{CaO} (\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3)$; C_4AF : apenas contribuye al desarrollo de las resistencias. Contribuye con una hidratación lenta y regular y con bajo calor. Comunica el color al cemento.

A la salida de los enfriadores el material clinkerizado es cribado por tamaños de tal forma que el clinker con un tamaño adecuado es enviado al silo (en caso contrario se llevará al molino donde será triturado).

Por su propia naturaleza, la producción de cemento tiene un fuerte impacto medioambiental motivo por el cual cada vez se utilizan más los combustibles alternativos para calentar los hornos (desechos o residuos de actividades industriales o agrícolas, neumáticos usados, biocombustibles, etc.).

Durante la etapa final de producción se le añade una pequeña cantidad de yeso (3-5%) al clinker para mezclar, moler y obtener el cemento puro. Otros materiales denominados aditivos tales como cenizas volantes (residuo de la actividad de las centrales térmicas), puzolana (roca volcánica) o escoria (de los hornos de voladura) se suelen utilizar en la fabricación del cemento. Su utilización tiene una gran ventaja ya que permite reducir la cantidad de clinker (y por tanto las emisiones de CO_2 relacionadas con el proceso de fabricación).

El cemento se almacena en silos antes de ser entregado a granel utilizando camiones cisterna o empaquetado en sacos entre 25-35 kg. y colocado en pallets.



2.1.- MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS INTERMEDIOS Y ACABADOS

Los cementos están compuestos de diferentes materiales que adecuadamente dosificadas mediante un proceso de producción controlado, le dan al cemento las cualidades físicas, químicas y propiedades resistentes adecuadas al uso deseado.

Descripción de los componentes:

- Caliza

Especificaciones:

$\text{CaCO}_3 \geq 75\%$ en masa.

Contenido de arcilla $< 1,20 \text{ g}/100 \text{ g}$.

Contenido de carbono orgánico total (TOC) $\leq 0,50\%$ en masa ó

Contenido de carbono orgánico total (TOC) $\leq 0,20\%$ en masa.

- Cenizas volantes calcáreas

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas pulverulentas arrastradas por los flujos gaseosos de hornos alimentados con carbón pulverizado.

Es un polvo fino que tiene propiedades hidráulicas y/o puzolánicas cuya composición es SiO_2 reactivo, Al_2O_3 , Fe_2O_3 y otros compuestos.

Especificaciones:

CaO reactivo $> 10,0\%$ en masa si el contenido está entre el $10,0\%$ y el $15,0\%$ las cenizas volantes calcáreas con más del $15,0\%$ tendrán una resistencia a compresión de al menos $10,0 \text{ Mpa}$ a 28 días

SiO_2 reactivo $\geq 25\%$

Expansión estabilidad $\leq 10 \text{ mm}$



Pérdida por calcinación $\leq 5,0\%$ en masa si está entre el $5,0\%$ y $7,0\%$ en masa (pueden también aceptarse, con la condición de que las exigencias particulares de durabilidad, y principalmente en lo que concierne a la resistencia al hielo, y la compatibilidad con los aditivos, sean cumplidas conforme a las normas o reglamentos en vigor para hormigones o morteros en los lugares de utilización).

- Cenizas volantes silíceas

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas pulverulentas arrastradas por los flujos gaseosos de hornos alimentados con carbón pulverizado.

Es un polvo fino de partículas esféricas que tiene propiedades puzolánicas cuya composición química es SiO_2 reactivo, Al_2O_3 , Fe_2O_3 y otros compuestos.
Especificaciones:

(SiO_2) reactivo $\geq 25\%$

CaO reactivo $< 10,0\%$ en masa

CaO libre $< 1,0\%$ en masa si el contenido es superior al $1,0\%$ pero inferior al $2,5\%$ es también aceptable con la condición de que el requisito de la expansión (estabilidad) no sobrepase los 10 mm

Pérdida por calcinación $< 5,0\%$ en masa si el contenido está entre el $5,0\%$ y $7,0\%$ en masa pueden también aceptarse, con la condición de que las exigencias particulares de durabilidad, y principalmente en lo que concierne a la resistencia al hielo, y la compatibilidad con los aditivos, sean cumplidas conforme a las normas o reglamentos en vigor para hormigones o morteros en los lugares de utilización.



- Clínker

El clínker de cemento es un material hidráulico que se obtiene por sintetización de una mezcla especificada de materias primas (crudo, pasta o harina).

Composición química: CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 y otros compuestos.

Especificaciones:

$$(\text{CaO})/(\text{SiO}_2) \geq 2,0$$

$$\text{MgO} \leq 5,0\%$$

$$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \geq 2/3$$

- Clínker Aluminato de Calcio

El clínker de cemento de aluminato de calcio es un material hidráulico que se obtiene por fusión o sinterización de una mezcla homogénea de materiales aluminosos y calcáreos conteniendo elementos, normalmente expresados en forma de óxidos, siendo los principales los óxidos de aluminio, calcio y hierro (Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3), y pequeñas cantidades de óxidos de otros elementos (SiO_2 , TiO_2 , $\text{S}^{=}$, SO_3 , Cl^- , Na_2O , K_2O , etc.). El componente mineralógico fundamental es el aluminato monocálcico ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$).

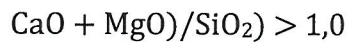
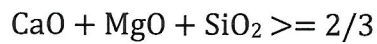
- Escoria granulada de horno alto

La escoria granulada de horno alto se obtiene por enfriamiento rápido de una escoria fundida de composición adecuada, obtenida por la fusión del mineral de hierro en un horno alto.

Composición química: CaO , SiO_2 , MgO , Al_2O_3 y otros compuestos.

Especificaciones:

$$\text{Fase vítrea} \geq 2/3$$



- Esquistos calcinados

El esquisto calcinado, particularmente el bituminoso, se produce en un horno especial a temperaturas de aproximadamente 800°C y finamente molido presenta propiedades hidráulicas pronunciadas, como las del cemento Portland, así como propiedades puzolánicas.

Composición: SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 y otros compuestos.

Especificaciones:

Resistencia a compresión a 28 días $\geq 25,0$ MPa

La expansión estabilidad) ≤ 10 mm

- Puzolana natural

Las puzolanas naturales son normalmente materiales de origen volcánico o rocas sedimentarias de composición silíceas, silico-aluminosa o combinación de ambas, que finamente molidos y en presencia de agua reaccionan para formar compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio capaces de desarrollar resistencia.

Composición química: SiO_2 reactivo, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO y otros compuestos.

Especificaciones:

SiO_2 reactiva $> 25\%$



- Puzolana natural calcinada

Las puzolanas naturales calcinadas son materiales de origen volcánico, arcillas, pizarras o rocas sedimentarias activadas por tratamiento térmico.

Composición química: SiO_2 reactivo, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO y otros compuestos.

Especificaciones:

SiO_2 reactiva > 25%

Los requerimientos de consumo de harina de crudo del horno seguirán siendo los mismos de los que se dispone actualmente, aproximadamente 240 t / h.

El tiempo de funcionamiento de dicha instalación está estimado en 11 horas diarias durante 5 días a la semana.

2.1.1 Materias primas

El material obtenido en la explotación de la cantera está compuesto por diferentes tipos de rocas:

- Caliza: roca sedimentaria compuesta en su mayoría por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita. Una clasificación de la caliza necesita tener en cuenta la variación de cantidad de calcita, dolomita y materiales no carbonosos.
- Dolomía: roca sedimentaria similar donde predomina la dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). La mayoría de las dolomías se forman por la substitución temprana de caliza a través de la acción de aguas ricas en magnesio.
- Caliza dolomítica: se denomina de esta manera cuando contiene menos de un 50 % de dolomita.



- Marga: roca sedimentaria compuesta principalmente de calcita y arcillas con predominio por lo general de calcita.

Tabla 1: Consumos anuales estimados de las materias primas

	T/año
Caliza Dolomítica	100 000
Caliza SR	50 000
Marga	500 000
Caliza parque 1	800 000
Dolomías	50 000
Otros (rodeno)	45 000
TOTAL	1 545 000

2.1.2 Características del material

Las especificaciones físicas como la durabilidad y gradación por tamaño son las más importante si la roca es usada en su forma natural.

Estas especificaciones se enfocan tanto en las propiedades naturales de la roca como en las propiedades impartidas durante su procesamiento. Las propiedades naturales son intrínsecas, como la dureza, composición, porosidad o densidad, mientras que las propiedades de la caliza procesada son derivadas de la forma física de gradación de tamaño y como resultado de la trituration entre otras.

Las especificaciones químicas son relevantes en nuestro caso ya que en procesos como la producción de cemento, el material es sometido a pirólisis. Las especificaciones a tener en cuenta son:



- Material : Rock Tests adjuntos en Anexo
- Densidad: $2,7 \text{ T/m}^3$
- Densidad aparente: $1,6 \text{ T/m}^3$
- Contaminaciones: nulas
- Curva de alimentación: Adjunto en Anexo
- Humedad: máx. 5-7%

2.2.- DATOS DE PARTIDA

La granulometría del material que llega a la fábrica ha sido obtenida de manera visual, siendo aproximadamente la siguiente:

0 - 15 mm.	10 %
0 - 80 mm.	50 %
0 - 150 mm.	70 %
> 150	30 %

Siendo el tamaño máximo de alimentación a la trituradora de 600 mm x 600 mm.

En la actualidad los materiales se trituran en una instalación dotada de un triturador primario con capacidad para 800 t / h., y trituradores secundarios con un rendimiento de 800 t /h.

Desde la trituración por medio de cintas transportadoras se alimenta un parque de pre homogenización, cuya capacidad es de 24 000 t.



2.3.- DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA INSTALACIÓN

En la nueva instalación, el material procedente del frente es descargado sobre una tolva de recepción de 100 m³ (Pos. 1).

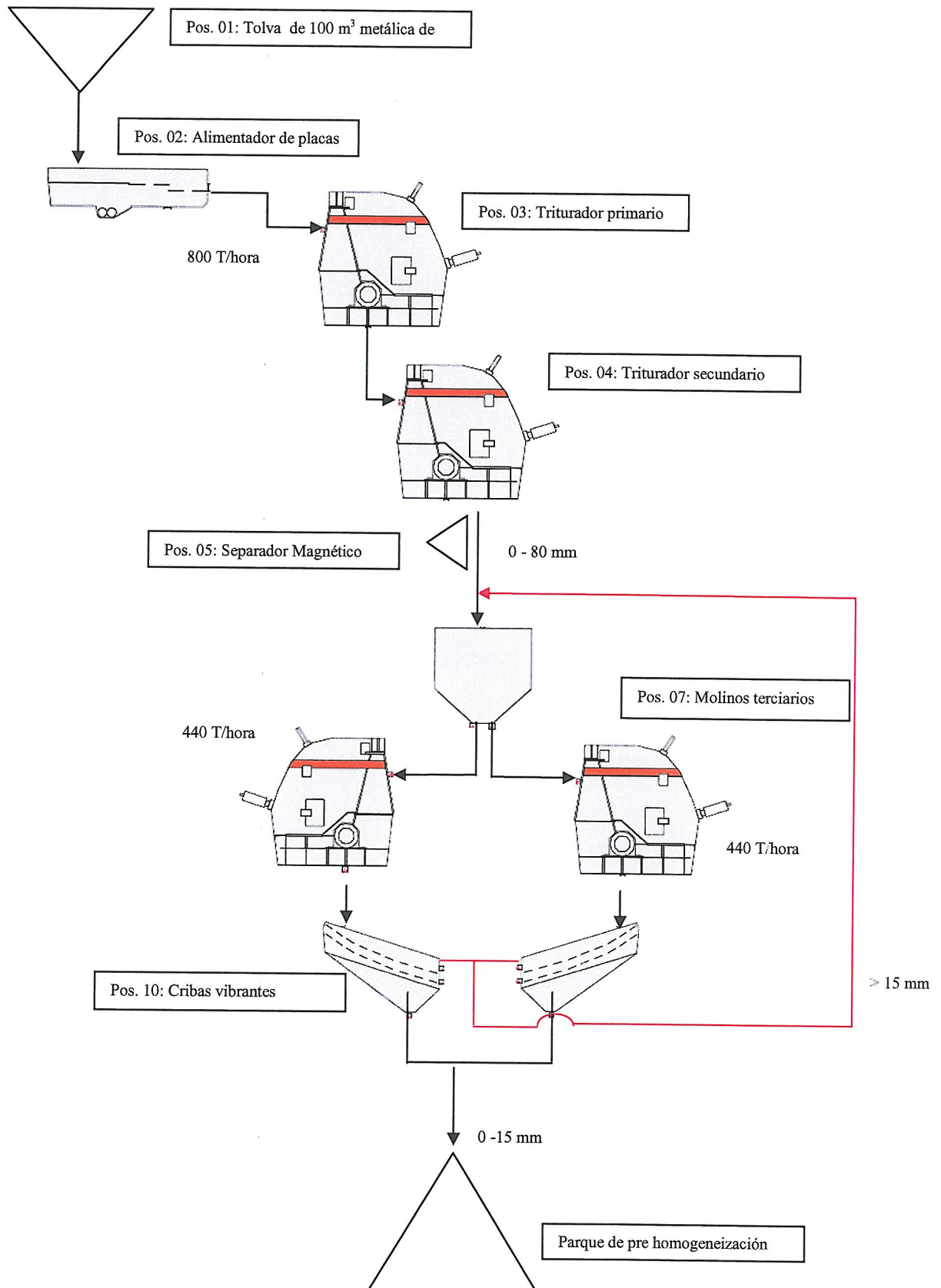
En la parte inferior de la tolva hay un alimentador de placas metálico (Pos. 2), que alimenta a una trituradora primaria (Pos. 3) y a una secundaria (Pos. 4) instaladas en serie.

El material procedente de la trituradora secundaria, con una granulometría de 0-80 mm. es transportado por medio de una cinta transportadora de 37 metros de longitud y una inclinación de 15° (Pos. 6) a una tolva de alimentación que da servicio a dos molinos terciarios en paralelo (Pos. 7). Paralelo a esta cinta se instalará un separador electromagnético (Pos. 5).

Desde estos molinos y a través de una cinta transportadora de 49,5 metros e inclinación de 18° (Pos. 8) se alimentan dos repartidores vibrantes (Pos. 10) y dos cribas (Pos 11).

El material rechazado (granulometría superior a 15 mm.) es de nuevo transportado por una cinta transportadora de 42 metros e inclinación de 18° (pos. 9) a los molinos terciario (pos 7).

El resto del material, con granulometría entre 0-15 mm, es transportado mediante una cinta de 21 metros y 18° de inclinación (Pos 12) hasta una cinta transportadora de 36 metros y 18° (Pos. 13) hasta el parque de pre homogeneización.,





3. DISEÑO DE LA PLANTA

El diseño de la planta se quiere realizar bajo la premisa fundamental de simplicidad, aunque conservando cierta flexibilidad de la planta y siempre considerando el objetivo de la misma. Igualmente, se ha tenido en cuenta las labores futuras de operación y mantenimiento, buscando siempre la facilidad en las tareas y la homogeneización de repuestos.

Para la trituración de las 800 T/h de piedra caliza, dolomía y marga que constituyen la mayor parte del producto a tratar se ha optado por equipos de trituración primaria y secundaria de la casa MMD, en una instalación compacta y robusta que garantiza la simplicidad de la planta.

Para tratar estas 800 T/h que salen de los equipos MMD, serán necesarios 2 molinos terciarios. En este caso, se han elegido dos molinos de la casa Magotteaux.

La instalación se completará con los equipos de cribado y transportadores necesarios para la producción del tamaño buscado (0-15 mm).

Los principales aspectos a destacar que se han considerado para el diseño de la planta y que se derivan del mismo son los siguientes:

- El material procedente de la trituración primaria y secundaria es llevado directamente a los molinos terciarios. Estos molinos procesarán cada uno aproximadamente 440-450 T/h que les llegarán del secundario y de la recirculación de las cribas. De esta forma se puede trabajar con el caudal nominal de los molinos terciarios y en caso de puntas de caudal se procesarán sin problemas.
- Detrás de los molinos terciarios se dispondrá de dos cribas para producir el tamaño deseado de 0-15 mm. Las dos cribas serán iguales, lo que permite unificar los repuestos, siendo totalmente intercambiables en cualquiera de las



cribas. Los molinos terciarios también son idénticos con lo que también se unifican repuestos.

- Esta disposición aporta una gran flexibilidad, permitiendo trabajar con un solo molino en caso necesario, por una disminución en el caudal o por tareas de mantenimiento. Es decir, si en un momento dado se baja la producción, se puede tener una sola línea funcionando y la otra parada, sin afectar para nada al proceso. O bien si se tiene que parar un molino o criba para mantenimiento o por avería, puede seguir la producción sin problemas, evidentemente con una caudal menor que se puede regular perfectamente en el primario.
- Cabe destacar que el diseño de la planta es fácilmente adaptable para la eventual producción y clasificación de áridos, simplemente ampliando la fase de clasificación mediante cribado.



4.- EQUIPAMIENTO Y MAQUINARIA INDUSTRIAL

La elección de la maquinaria industrial se basa en la comparación de diferentes equipos y diseños de la planta a estudio con diferentes proveedores con la premisa de obtener la producción y material mencionados en el objeto de dicho proyecto.

4.1.- ALIMENTACIÓN Y TRITURACIÓN

Las trituradoras elegidas se basan en tres principios de funcionamiento:

- La primera acción tiene lugar al caer el material entre los dientes del equipo, donde es sometido a fuerzas de flexión y cizalla.
- La segunda rotura se produce mediante cizalla y compresión entre dientes opuestos durante su engrane.
- La tercera fase tiene lugar cuando los dientes del rotor pasan por la barra rompedora, sometiendo a la roca nuevamente a esfuerzos de flexión y cizalla.

La relativa baja velocidad de rotación de los ejes combinada con el diseño entrelazado de dientes permite que el material fino pase sin triturar.

El efecto tornillo desplaza el material de mayor tamaño al extremo de la máquina y ayuda a extender la alimentación a lo largo de los ejes de trituración. Este efecto puede también emplearse para rechazar el material que excede de tamaño.

La distancia entre centros y la configuración de los dientes controlan el tamaño máximo del material que la máquina puede romper eficazmente y la longitud del equipo influye en el tonelaje que puede procesar.

La potencia requerida se obtiene por un sistema de accionamiento único mediante un motor eléctrico.

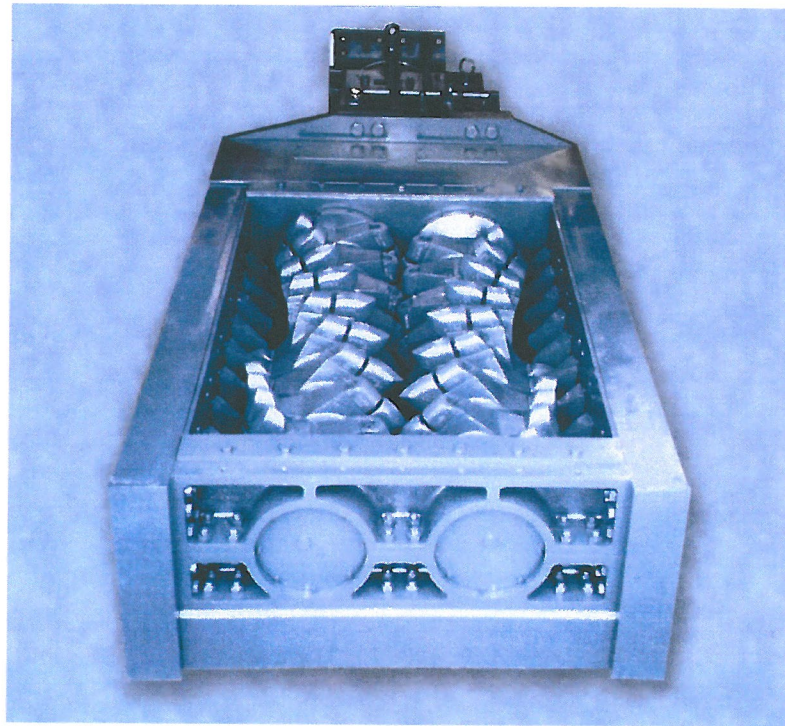


Figura I: Detalle Trituradora Seleccionada

4.1.1 Alimentador de placas MMD D4 (pos 02):

- Dimensiones principales
 - Longitud (entre centros) 10 540 mm. máx. – 10 260 mm. min.
 - Ancho total 2 200 mm.
 - Ancho efectivo 1 500 mm.
- Tensado
 - Tipo: Hidráulico
 - Recorrido del tensor: 280 mm.
- Cadena
 - Tipo: Caterpillar D4 (S.A.L.T.)
 - Paso: 171 mm.
- Ruedas dentadas
 - Cabeza y cola: Caterpillar D4 (acero forjado)
 - P.C.D.: 688 mm.
- Rodillos soporte



- Tipo: Caterpillar D4 (acero forjado)
- Espaciado: 400 mm. (estándar) y 800 mm. (impacto)
- Raíles de impacto
 - N°: 2
- Placas del transportador
 - Espesor: 22 mm. (tarea pesada)
- Faldones
 - Ancho: 1.500 mm
- Inclinación del transportador: 15°
- Peso total: 25.000 kg

4.1.2 Machacadora primaria serie 625 (pos 03):

- Dimensiones principales
 - Longitud total: 3 833 mm. (sin accionamiento)
 - Ancho total: 1 920 mm. (sin accionamiento)
 - Altura total: 1 040 mm. (sin accionamiento)
- Masa estimada
 - Total: 30 000 kg.
- Dimensiones de la cámara
 - Longitud total: 2 130 mm.
 - Ancho total: 1 445 mm.
 - Altura total: 770 mm.
- Dimensiones del armazón:
 - Altura total: 770 mm.
- Configuración del eje:
 - N° dientes/anillo: 3
 - N° anillos/eje: 9
 - Longitud rodillos: 2 060 mm.
 - Velocidad rodillos: 58.8 rpm. a 50 Hz
 - Tipo de rodamientos: Rodillos esféricos SKF



- Lubricación rodamientos: Grasa
- Reductor
 - Tipo: MMD R350, eje único paralelo helicoidal
 - Par de salida: 42.4 kNm. a 50 Hz.
 - Máx. par de sobrecarga: 254 kNm.
 - Reducción: 25:1
 - N° etapas: 3
 - Tipo de lubricación: Barboteo de aceite
 - Tiempo de vida estimado: 50 000 h.
 - Masa aproximada: 3 850 kg. incluyendo aceite
- Potencia instalada recomendada: 250 kW

4.1.3 Machacadora secundaria serie 625 (pos 04):

- Dimensiones principales
 - Longitud total: 3 985 mm. (sin accionamiento)
 - Ancho total: 2 090 mm. (sin accionamiento)
 - Altura total: 820 mm. (sin accionamiento)
- Masa estimada
 - Total: 30 000 kg.
- Dimensiones de la cámara
 - Longitud total: 3 020 mm.
 - Ancho total: 1 330 mm.
 - Altura total: 770 mm.
- Dimensiones del armazón:
 - Altura total: 770 mm.
- Configuración del eje:
 - N° dientes/segmento: 5
 - N° segmentos/eje: 24
 - Longitud rodillos: 2 060 mm.
 - Velocidad rodillos: 58.8 rpm. a 50 Hz.



- Tipo de rodamientos: Rodillos esféricos SKF
- Lubricación rodamientos: Grasa
- Reductor
 - Tipo: MMD R350, eje único paralelo helicoidal
 - Par de salida: 42.4 kNm. a 50 Hz.
 - Máx. par de sobrecarga: 254 kNm.
 - Reducción: 25:1
 - N° etapas: 3
 - Tipo de lubricación: Barboteo de aceite
 - Tiempo de vida estimado: 50 000 h.
 - Masa aproximada: 3 850 kg. incluyendo aceite
- Potencia instalada recomendada: 250 kW

4.1.4 Estructura:

La instalación tendrá incorporadas las estructuras de calderería (incluyendo la de la tolva de alimentación), la estructura soporte del alimentador, la estructura soporte del molino, tolva de finos, cerramientos y tolvas de descarga del molino.

4.2.- MOLIENDA

La instalación constará de dos molinos Mag Impact dispuestos en paralelo para producir arena de 0-15 mm que serán alimentados con la granulometría proveniente del secundario de 0-80 mm.

No habrá un precibado previo después del secundario, con lo que la alimentación a los molinos sería de 800 Tm/h + el rechazo > 15 mm (este rechazo se estima en el 10%), es decir, una alimentación bruta de 880 Tm/h (440 Tm/h por cada máquina). Por este motivo se ha optado por colocar el modelo MI 2700 y así garantizar las 450 Tm/h por máquina, con lo cual, tendríamos capacidad para asumir rechazos mayores del 15% e hipotéticos aumentos del tamaño de alimentación de hasta 120 mm. Estos molinos terciarios modelo MAG'Impact 2 700 dan una producción máxima de 500



T/h y un tamaño máximo de alimentación de 180 mm (según la dimensión mayor), y con una potencia máxima total admitida de 2x250kW.

La curva obtenida es aproximadamente:

0-5 mm	50 %
5-12 mm	30 %
12-15 mm	10 %
15-20 mm	6 %
20-25 mm	4 %

En general las principales ventajas para la implantación de estos molinos para estas condiciones de trabajo son:

- Gran capacidad de producción, lo que hace que una sola máquina puede remplazar a 2 ó 3 máquinas de las comúnmente utilizadas para producir arena.

Esto se debe tanto a la capacidad de la máquina (450 Tm/h) como al elevado rendimiento originado por el elevado porcentaje de finos (% 0-5 mm superior al 50%) y por la obtención de una granulometría constante.

- Fácil mantenimiento, debido a una ausencia en la aproximación de piezas, apertura automática de la tapa con fácil acceso al molino, sencillo sistema de cambio de piezas, utilización de piezas de desgaste de alto rendimiento.
- Calidad de la arena, originada por una buena distribución de finos debido al sistema de trituración por impacto puro, buena cubicidad, etc.
- Fiabilidad de la máquina debido a los sistemas de seguridad activa y pasiva.

Los datos técnicos para la instalación de los Molinos Mag'Impact 2700 en las condiciones requeridas son los siguientes:



- Material: Caliza
- Tamaño alimentación: 800 Tm/h de 0-80 mm + rechazo >15 mm.
- Producto final: 0-15 mm con elevado porcentaje de finos (50% 0-5 mm).
- Potencia instalada: 2 motores de 250 kw.
- Consumo estimado: 1,1 Kwh./Tm.

La alimentación bruta por molino sería de 440 Tm/h, para una producción neta de 400 Tm/h de 0-15 mm (según curva anteriormente reflejada).

En el anexo se adjunta la curva obtenida de Pydsa, alimentando con un tamaño de partículas de 5-80 mm de material calizo (desde un secundario BP 1620).

4.2.1 Molino MAG´Impact 2700 (pos 07):

- Cuba principal
 - Diámetro 2 700 mm. Construida con chapa de acero y granallada antes de ser pintada.
- Tapa con sistema de elevación hidráulica
 - Controlada por un distribuidor manual colocado en el grupo hidráulico de alta presión. Sistema de rotación de 360º de la tapa para tener libre acceso a la totalidad de la superficie interna del molino y facilitar las operaciones del cambio de piezas de desgaste.
 - Tolva cónica de alimentación de 1 250 mm de diámetro superior.
 - Tubo de entrada de 520 mm.
- Mesa giratoria
 - Diámetro 1 116 mm. Con 5 eyectores o martillos, montada sobre un eje que es soportado por rodamientos de rodillos constantemente lubricados.
- Anillo soporte de las corazas laterales
 - Para 20 corazas laterales de alto rendimiento con un sistema de auto bloqueo.
- Grupo hidráulico



- Para la circulación de aceite y levantar la tapa, completo con depósito de 120 litros y bomba de 6 litros/minuto (380 V, tres fases)
 - o Detección de falta de presión.
 - o Detector eléctrico de nivel bajo.
 - o Detector de vibraciones 0-20 mm/s.
 - o Detector de apertura de la tapa del molino.
 - o Detector de rotación.
 - o Indicador de nivel de temperatura del aceite.
 - o Manómetro de presión de aceite.
 - o Indicador visual de circulación de aceite
 - o Resistencia de 2 x 850 W 380 V monofásica
 - o Tapón de llenado con filtro
 - o Filtro de aspiración
 - o Filtro en retorno del aceite de 10micras con indicación de colmataje
 - o Bomba con motor eléctrico 1.5 Kw 220/380 V 50 Hz.
 - o Válvula de seguridad con manómetro
 - o Válvula de bloqueo de bajada libre de la tapa.
 - o Distribuidor eléctrico para la elevación de la tapa.
 - o Tapa protectora de acero
- Central de engrase automático
 - Para engrasar regularmente la junta superior del eje.
- Correas y poleas
 - Para la transmisión de la potencia del motor al molino.
- Base soporte del motor
 - Para la sujeción vertical del motor sujeta a la extensión del túnel de transmisión.
- Sistema de tensado de las correas
 - Constituido por dos tornillos de tracción con accionamiento manual por medio de una llave.
- Revestimiento antidesgaste



- Revestimiento completo de piezas coladas en fundición especial al cromo y que protegen:
 - o El interior de la cuba principal
 - o El interior de la tapa
 - o La parte superior de la mesa
 - o La periferia de la mesa
 - o Los laterales del pedestal
- Peso total aproximado : 17 200 kg (sin motores)
- Motor: dos unidades
 - Potencia unitaria: 250 kW
 - Velocidad: 1 500 rpm
 - Posición: montaje vertical
 - Protección IP55
- Armario eléctrico con variador de frecuencia para dos motores
 - Dimensiones: 2 000 x 2 800 x 600
- Plataforma soporte del molino con tolva de salida
 - Escalera de acceso y barandilla de protección
 - Cierre recubierto por chapa simple.

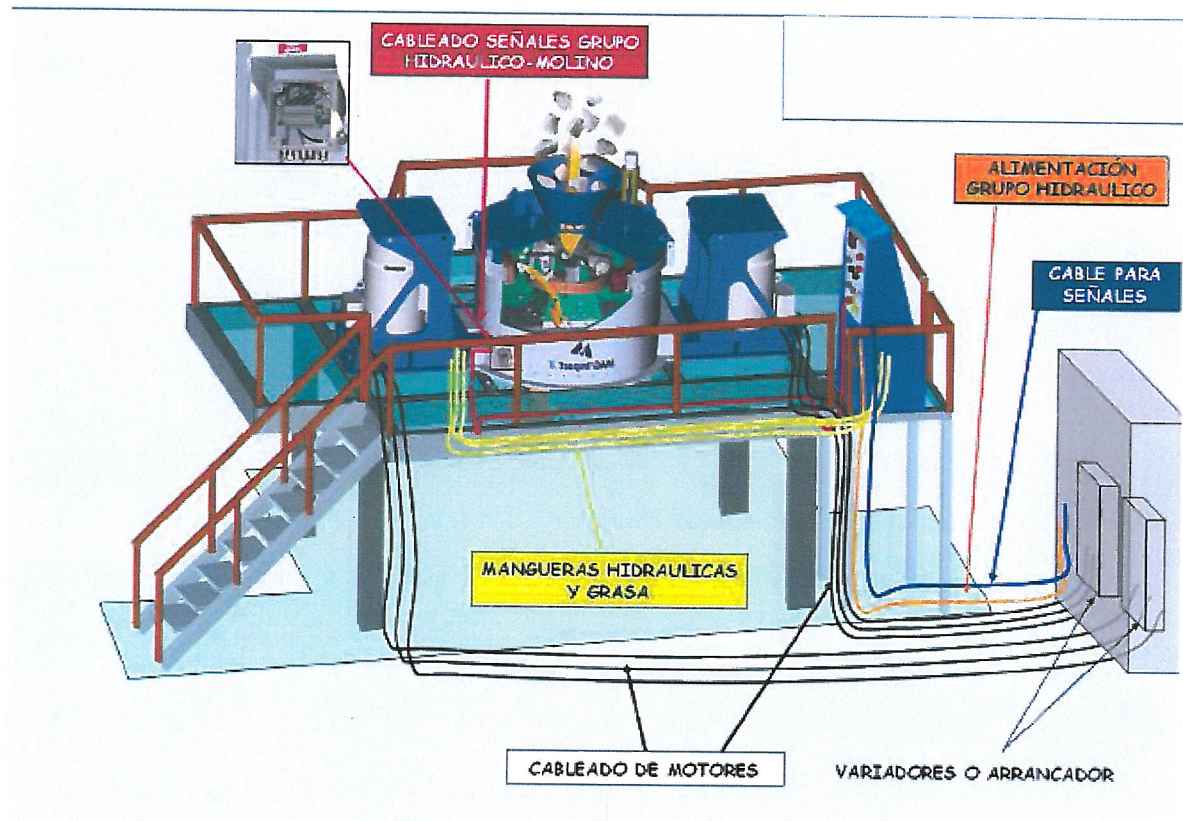


Figura II: Detalle Cableado del Molino Seleccionado

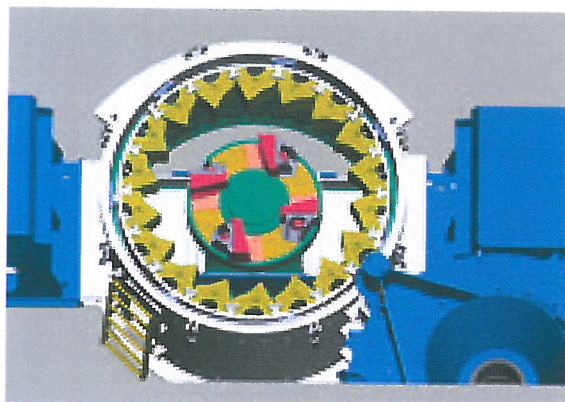


Figura III: Detalle Molino Seleccionado



4.3.- CRIBADO

Tras los molinos terciarios se dispondrán dos cribas modelo INVISER CV-2-225/60 (pos. 11) trabajando en paralelo y en circuito cerrado con dichos molinos.

Estas cribas irán provistas de un corte a 15 mm para producir material 0-15 mm. Las cribas irán dotadas de sendos repartidores vibrantes (pos. 10) para favorecer el reparto del material en la criba.

Se trata de cribas de tipo probabilístico de tamiz largo. Es una criba eficaz, compacta y con una capacidad de producción elevada. La colocación de hasta cinco tamices en cascada con luces de malla que van disminuyendo progresivamente, desde el tamiz superior hasta el inferior, a la vez que su pendiente aumenta, permiten seleccionar las distintas franjas granulométricas. Este sistema de cascada permite que el material fluya rápido y verticalmente a través de los tamices, consiguiéndose así altas capacidades.

La máquina se excita mediante dos moto-vibradores que producen un movimiento lineal armónico, lo que permite una clasificación granulométrica de gran calidad. La aceleración que imprime el sistema vibrante junto con la inclinación de los tamices, evita la formación de capa en los mismos, mejorando por un lado, la calidad del cribado y evitando desgastes prematuros; presentando así mismo, un mejor comportamiento con materiales húmedos.

Las luces de malla en una criba probabilística de tamiz largo no coinciden con los puntos de corte como en el caso de una criba convencional. Debido a las inclinaciones progresivas de los tamices, la luz de los mismos siempre es superior al punto de corte ya que su verdadera magnitud está referida a la proyección sobre la horizontal. Asimismo, las luces de malla están seleccionadas para conseguir una carga uniformemente repartida teniendo en cuenta los puntos de corte.



Este diseño minimiza los tiempos muertos para el mantenimiento y cambio de telas, en parte gracias a las ventanas de inspección, y al sistema de tensión mediante tensores y cápsulas, que proveen la tensión correcta a cada tamiz.

Los resultados del cribado dependen de una alimentación uniforme en todo el ancho de la bandeja de alimentación y con la menor velocidad posible. Una vez que el producto entra en la criba ya no es posible corregir el reparto. De ahí que se haga necesario incorporar un repartidor vibrante a la entrada de la criba.

El sistema de suspensión se realiza mediante resortes trabajando a compresión, estudiados para conseguir un aislamiento de la vibración sobre la estructura portante, del orden del 95%. Dispone de un sistema de cierre contra polvo, y presenta una potencia instalada muy baja. Los costes operación y mantenimiento de esta máquina son muy bajos.

Debido a la inercia de esta criba, es necesario frenarla en el momento de la parada mediante la incorporación de un módulo de inyección de corriente continua que se incorporará al circuito de maniobra y mando. En la oferta de la criba se incluye el modelo MB400-200-4.

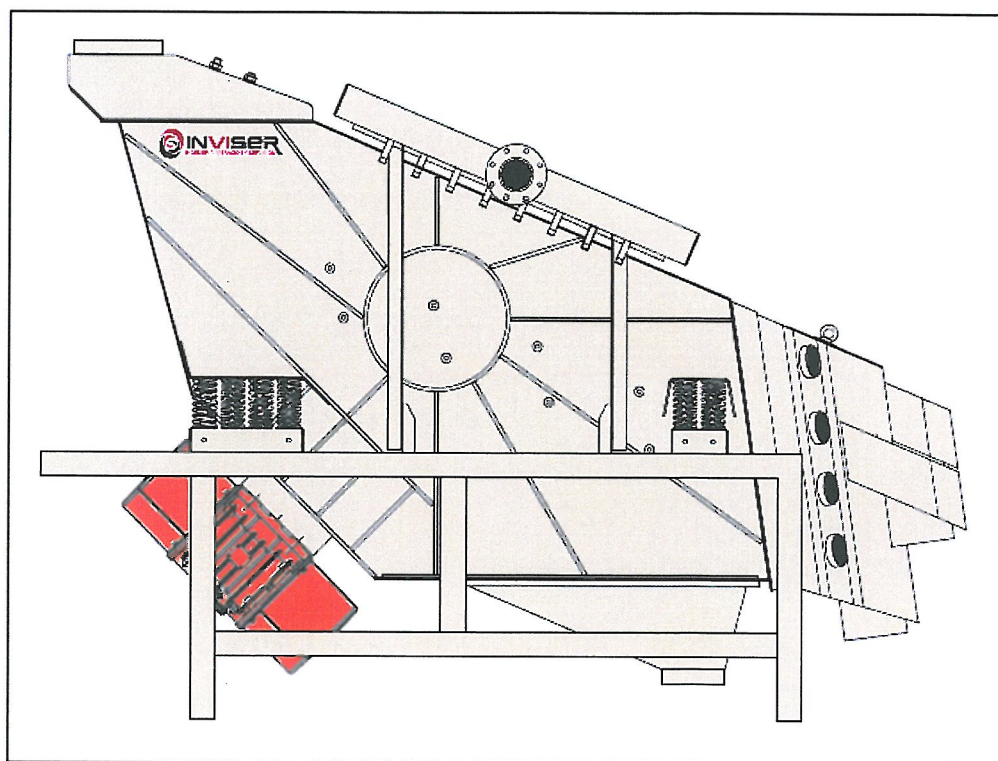


Figura IV: Diseño Criba

4.3.1 Criba Inviser CV-2-225/60 (pos 11)

- Superficie de cribado por piso 13.5 m² (2 250 x 6 000 mm)
- Dos pisos de cribado.
- Motor 30kw.
- Posibilidad de funcionamiento entre 800-1 000 r.p.m y regulación mediante contrapesos.
- Tratamiento superficial pintado

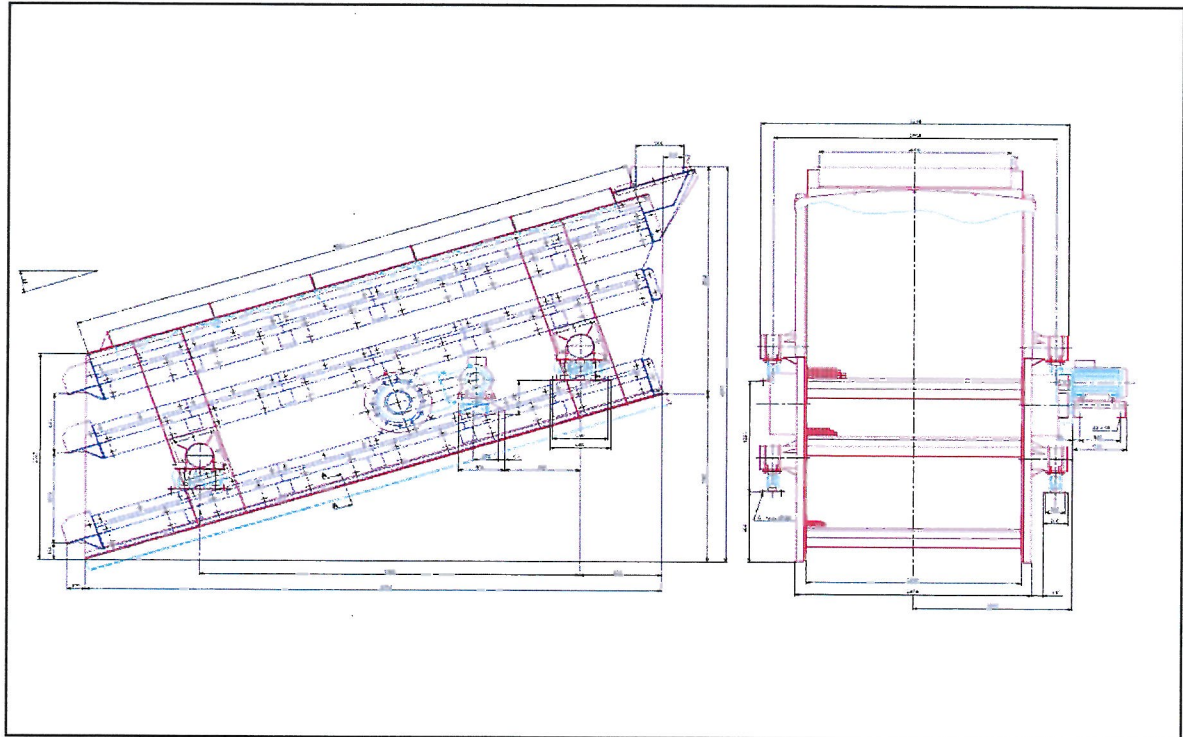


Figura V: Detalle Criba

4.3.2 Repartidor Vibrante (pos 10)

Para favorecer el reparto uniforme del material en todo el ancho de la bandeja de alimentación de la criba y conseguir un rendimiento óptimo de la misma, se incorpora un repartidor vibrante. El repartidor está compuesto básicamente por:

- Chasis conformado a base de chapa plegada y perfiles laminados, pletinas y chapas para fijación de vibradores.
- Boca de carga donde recibe el producto a repartir.
- Dos vibradores de potencia unitaria: 550 W., a 220/380 V., 50 Hz.
- Cuatro muelles de suspensión
- Acoplamiento elástico, tipo Trelleborg, para unión criba y alimentador, garantizando un cierre hermético contra polvo.

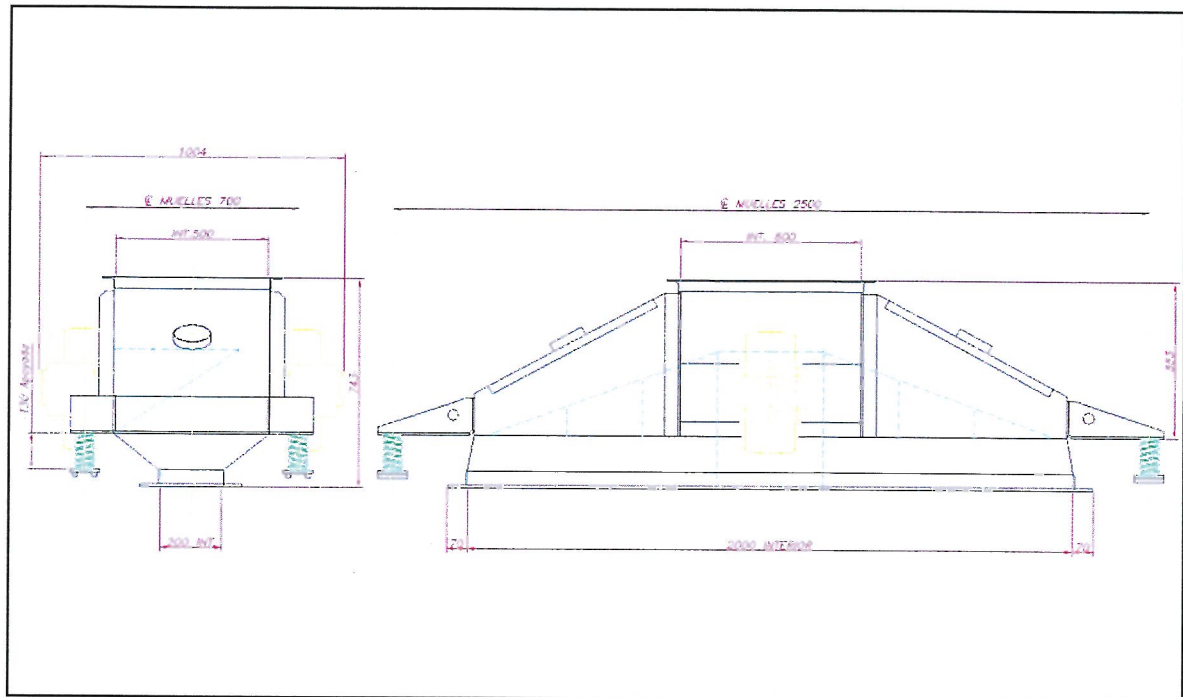


Figura V: Detalle Repartidor Vibrante

4.3.3 Estructura de las cribas:

Se instalará una estructura metálica para el soporte de las cribas y del repartidor en perfiles laminados y angulares con cartelas y soportes para la criba con pasillos perimetrales, incluyendo escaleras de acceso con bastidor conformado en perfiles del tipo UPN, barandillas con rodapiés y candeleros.

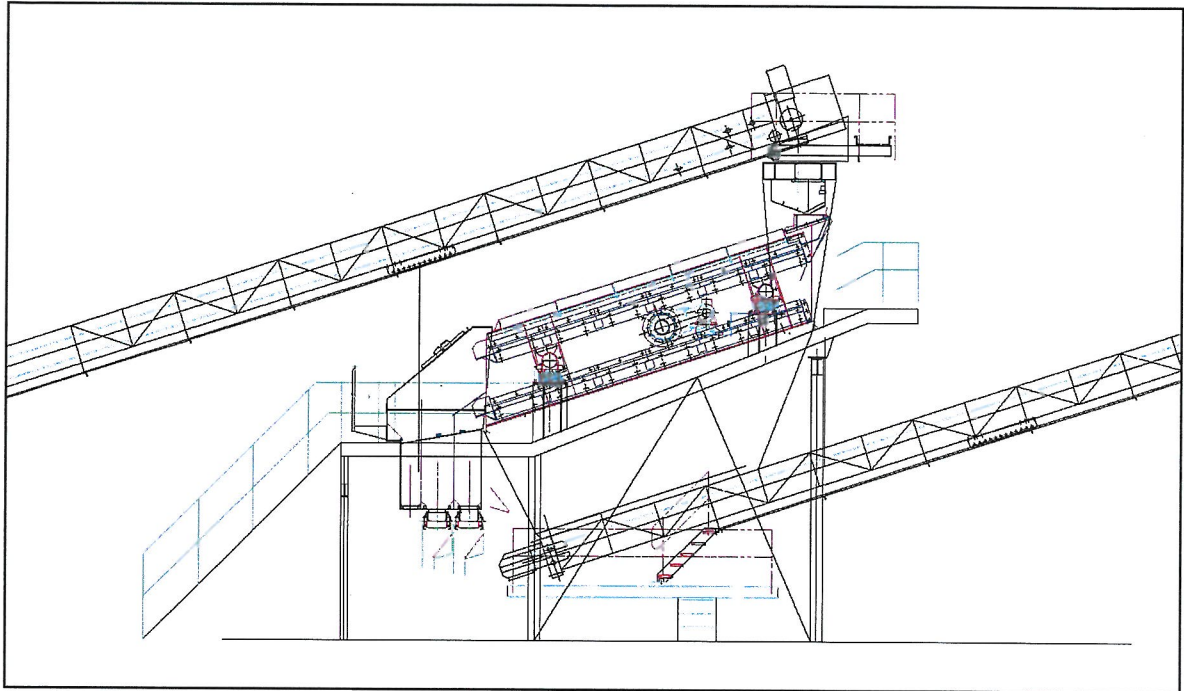


Figura VII: Detalle Estructura de la Criba



Figura VIII: Imagen Exterior Criba



4.4.- TRANSPORTADORES

Los transportadores utilizados serán cintas transportadoras según las siguientes posiciones del diagrama de flujo: pos. 06, pos. 08, pos. 09, pos. 12, pos. 13 y pos. 14.

Las características de estas cintas son:

- Bastidor formado por perfiles laminados y angulares, arriostrados y soldados entre sí, formando un marco o celosía. La fabricación será realizada en tramos modulares con uniones atornilladas.

Sobre este bastidor irán situadas las estaciones soporte de rodillos tanto superiores como inferiores, embridadas todas ellas para su perfecta alineación y posicionamiento.

Las estaciones superiores están previstas de tres rodillos lisos en artesa de 30°, situadas a un m de paso. En la zona de carga, estarán posicionadas a 330 mm con tres rodillos amortiguadores en forma de artesa de 30° y las estaciones inferiores por rodillos horizontales situados a 2,5 m de paso.

- Grupo motriz formado por tambor con virola de chapa, recubierto de caucho. El eje del tambor se fijará a los cubos de la virola mediante aros cónicos de apriete tipo "tapper lock" y a su vez, irá fijado sobre el bastidor del transportador, mediante soportes tipo SN con rodamientos.
- Reductor con eje de salida macizo con motor eléctrico trifásico a 1500 r.p.m. La unión de motor al reductor se realizará mediante acoplamiento hidráulico (excepto Pos. 09) y del motor reductor al tambor mediante acoplamiento elástico, todo ello sobre una bancada soporte.



- Tambor tensor o de reenvío de ejecución similar al motriz sin el recubrimiento de caucho y realizado en virola de chapa mecanizada en forma cónica. Este tambor irá fijado a los carros tensores por medio de soportes tipo SN con rodamientos.
- Sistema de tensado mediante husillos.

El resto de elementos y características de cada transportador son los detallados a continuación:

4.4.1 Transportador Pos 06.:

- Datos:
 - Longitud entre centros de tambores (m): 37
 - Ancho banda (mm): 1 200
 - Capacidad (T/h): 800
 - Velocidad (m/s): 1,5
 - Inclinación (°): 15
 - Producto a transportar: Caliza, dolomía y marga
 - Densidad (T/m³): 1,5
 - Granulometría (mm): 0 – 80
 - Zonas de carga: 1
- Características Constructivas:
 - Motor reductor ortogonal con anti retorno BONFIGLIOLI: Eje macizo (x2 unidades)
 - Motor eléctrico ABB(CV / kW): 30 / 22 (x2 unidades)
 - Acoplamiento hidráulico (motor-reductor): Sí (x2 unidades)
 - Acoplamiento elástico (reductor-tambor): No
 - Bancada accionamiento: Sí
 - Tambor motriz Ø (mm): 630 Engomado
 - Tambor de inflexión: Si
 - Tambor tensor Ø (mm): 500



- Sistema tensor: Husillos
- Rodillos superiores amortiguadores \emptyset /Eje(mm): 133/20
- Rodillos superiores lisos \emptyset / Eje (mm): 133/20
- Rodillos inferiores lisos \emptyset /Eje(mm): 133/20
- Malla inferior de recogida (en toda la longitud): No.
- Banda: Lisa EP 500/4-4+2
- Tolva encauzadora con protecciones laterales: Si (4 m.)
- Tapa superior en tolva encauzadora: Si
- Tolvín de descarga: Sí
- Boquillas de aspiración en zonas de transferencia: Si
- Rascador interior forma "V": Si
- Rascador cabeza: Si.
- Pasarela de servicio a unilateral con escalera: Si (tramex con malla)
- Cubierta superior abatible: Si
- Protección tambor reenvío: Si
- Interruptor de tirón TELEMECANIQUE: Si (ambos lados)
- Detector de giro TELEMECANIQUE: Si
- Detector desvío de banda TELEMECANIQUE: Sí (2 juegos)

En este transportador se colocará un separador overband electromagnético autolimpiable (pos. 05) con objeto de eliminar los componentes metálicos que pudiera aparecer, bien con el material a tratar o bien por desgaste de los elementos de trituración. El separador tendrá las siguientes características:

- Campo magnético 400 Gauss a: 480mm.
- Longitud circuito magnético: 1 400mm
- Ancho circuito magnético: 1 160mm
- Longitud total separador: 3 146mm
- Refrigeración electroimán: Natural
- Consumo electroimán a 0º C: 9,65kw
- Ancho banda limpieza: 1 200mm
- Banda de goma cerrada y con cuñas transversales.



- Potencia motor banda: 4Kw
- Motor: ABB, IP55
- Velocidad banda: 2,3 m/s
- Protecciones de seguridad laterales superiores e inferiores de chapa.
- Peso aproximado: 4 000kgs.
- Equipo eléctrico de alimentación, protección y maniobra tipo RC-10 suministrado en armario metálico, conteniendo el transformador-rectificador de silicio en seco, entrada a 400 V III 50Hz. así como el resto de aparellaje necesario para el correcto funcionamiento del separador (contactores, relés, aparatos de medida, seccionador general, seta de parada de emergencia, mando local y remoto, etc.).

4.4.2 Transportador Pos 08 (2 uds):

- Datos:
 - Longitud entre centros de tambores (m): 49,5
 - Ancho banda (mm): 1 000
 - Capacidad (T/h): 440-450
 - Velocidad (m/s): 1,5
 - Inclinación (°): 18
 - Producto a transportar: Caliza, dolomía y marga
 - Densidad (T/m³): 1,5
 - Granulometría (mm): 0 – 25
 - Zonas de carga 1
- Características Constructivas:
 - Motorreductor ortogonal c/ antirretorno BONFIGLIOLI Eje macizo (x2 unidades)
 - Motor eléctrico ABB (CV / kW) 30 / 22 (x2 unidades)
 - Acoplamiento hidráulico (motor-reductor) Sí (x2 unidades)
 - Acoplamiento elástico (reductor-tambor) No.
 - Bancada accionamiento: Sí



- Tambor motriz \varnothing (mm): 630 Engomado
- Tambor de inflexión: Si
- Tambor tensor \varnothing (mm): 500
- Sistema tensor: Husillos
- Rodillos superiores amortiguadores \varnothing /Eje(mm): 108/20
- Rodillos superiores lisos \varnothing / Eje (mm): 108/20
- Rodillos inferiores lisos \varnothing /Eje(mm): 108/20
- Malla inferior de recogida (en toda la longitud): No.
- Estaciones autocentrantes ---
- Banda: Lisa EP 500/4-4+2
- Tolva encauzadora con protecciones laterales: Si (3 m.)
- Guías encauzadoras con protecciones laterales: ---
- Tapa superior en tolva encauzadora: Si
- Tolvín de descarga: Sí
- Boquillas de aspiración en zonas de transferencia: Si
- Rascador interior forma "V": Si
- Rascador cabeza: Si.
- Soportes de apoyo: Si
- Pasarela de servicio a unilateral con escalera: Si (tramex c/malla)
- Cubierta superior abatible: Si
- Protección tambor reenvío: Si
- Interruptor de tirón TELEMECANIQUE: Si (ambos lados)
- Detector de giro TELEMECANIQUE: Si
- Detector desvío de banda TELEMECANIQUE: Sí (2 juegos)

4.4.3 Transportador Pos 09:

- Datos:

- Longitud entre centros de tambores (m): 42
- Ancho banda (mm): 650
- Capacidad (T/h): 80-100
- Velocidad (m/s): 1,5



- Inclinación ($^{\circ}$): 18
- Producto a transportar: Caliza, dolomía y marga
- Densidad (T/m³): 1,5
- Granulometría (mm): 15 – 25
- Zonas de carga: 1
- Características Constructivas:
 - Motorreductor ortogonal con antirretorno BONFIGLIOLI: Eje macizo
 - Motor eléctrico ABB (CV / kW): 15 / 11
 - Acoplamiento elástico (reductor-tambor): No.
 - Bancada accionamiento: Sí
 - Tambor motriz \varnothing (mm): 400 Engomado
 - Tambor tensor \varnothing (mm): 320
 - Sistema tensor: Husillos
 - Rodillos superiores amortiguadores \varnothing /Eje(mm): 89/20
 - Rodillos superiores lisos \varnothing / Eje (mm): 89/20
 - Rodillos inferiores lisos \varnothing /Eje(mm): 89/20
 - Malla inferior de recogida (en toda la longitud): No
 - Banda: Lisa EP 400/3-3+1,5
 - Tolva encauzadora con protecciones laterales: Si (3 m.)
 - Tapa superior en tolva encauzadora: Si
 - Tolván de descarga: Sí
 - Boquillas de aspiración en zonas de transferencia: Si
 - Rascador interior forma "V": Si
 - Rascador cabeza: Si.
 - Soportes de apoyo: Si
 - Pasarela de servicio a unilateral con escalera: Si (tramex con malla)
 - Cubierta superior abatible: Si
 - Protección tambor reenvío: Si
 - Interruptor de tirón TELEMECANIQUE: Si (ambos lados)
 - Detector de giro TELEMECANIQUE: Si
 - Detector desvío de banda TELEMECANIQUE: Sí (2 juegos)



4.4.4 Transportador Pos 12:

- Datos:
 - Longitud entre centros de tambores (m): 21
 - Ancho banda (mm): 1 200
 - Capacidad (T/h): 800
 - Velocidad (m/s): 1,5
 - Inclinação (°): 18
 - Producto a transportar: Caliza, dolomía y marga
 - Densidad (T/m³): 1,5
 - Granulometría (mm): 0 – 15
 - Zonas de carga: 1
- Características Constructivas:
 - Motor reductor ortogonal con anti retorno BONFIGLIOLI: Eje macizo
 - Motor eléctrico ABB (CV / kW): 50 / 37
 - Acoplamiento hidráulico (motor-reductor): Sí
 - Acoplamiento elástico (reductor-tambor): No
 - Bancada accionamiento: Sí
 - Tambor motriz Ø (mm): 630 Engomado
 - Tambor de inflexión: Si
 - Tambor tensor Ø (mm): 500
 - Sistema tensor: Husillos
 - Rodillos superiores amortiguadores Ø/Eje(mm): 133/20
 - Rodillos superiores lisos Ø / Eje (mm): 133/20
 - Rodillos inferiores lisos Ø/Eje(mm): 133/20
 - Malla inferior de recogida (en toda la longitud): No.
 - Banda: Lisa EP 500/4-4+2
 - Tolva encauzadora con protecciones laterales: Si (4 m.)
 - Tapa superior en tolva encauzadora: Si
 - Tolvín de descarga: Sí



- Boquillas de aspiración en zonas de transferencia: Si
- Rascador interior forma "V": Si
- Rascador cabeza Si.
- Soportes de apoyo: Si
- Pasarela de servicio a unilateral con escalera: Si (tramex c/malla)
- Cubierta superior abatible: Si
- Protección tambor reenvío: Si
- Interruptor de tirón TELEMECANIQUE: Si (ambos lados)
- Detector de giro TELEMECANIQUE: Si
- Detector desvío de banda TELEMECANIQUE: Sí (2 juegos)

4.4.5 Transportador Pos 13:

- Datos:
 - Longitud entre centros de tambores (m): 36
 - Ancho banda (mm): 1 200
 - Capacidad (T/h): 800
 - Velocidad (m/s): 1,5
 - Inclinación (°): 18
 - Producto a transportar: Caliza, dolomía y marga
 - Densidad (T/m³): 1,5
 - Granulometría (mm): 0 – 15
 - Zonas de carga: 1
- Características Constructivas:
 - Motor reductor ortogonal c/ anti retorno BONFIGLIOLI: Eje macizo (x2 unidades)
 - Motor eléctrico ABB (CV / kW): 40 / 30 (x2 unidades)
 - Acoplamiento hidráulico (motor-reductor): Sí (x2 unidades)
 - Acoplamiento elástico (reductor-tambor): No.
 - Bancada accionamiento: Sí
 - Tambor motriz Ø (mm): 630 Engomado



- Tambor de inflexión: Si
- Tambor tensor \varnothing (mm): 500
- Sistema tensor: Husillos
- Rodillos superiores amortiguadores \varnothing /Eje(mm): 133/20
- Rodillos superiores lisos \varnothing / Eje (mm): 133/20
- Rodillos inferiores lisos \varnothing /Eje(mm): 133/20
- Malla inferior de recogida (en toda la longitud): No.
- Banda: Lisa EP 500/4-4+2
- Tolva encauzadora con protecciones laterales: Si (4 m.)
- Tapa superior en tolva encauzadora: Si
- Tolvín de descarga: Sí
- Boquillas de aspiración en zonas de transferencia: Si
- Rascador interior forma "V": Si
- Rascador cabeza: Si.
- Soportes de apoyo en "V" para acopio: Si
- Pasarela de servicio a unilateral con escalera: Si (tramex c/malla)
- Cubierta superior abatible: Si
- Protección tambor reenvío: Si
- Interruptor de tirón TELEMECANIQUE: Si (ambos lados)
- Detector de giro TELEMECANIQUE: Si
- Detector desvío de banda TELEMECANIQUE: Sí (2 juegos)

4.4.6 Transportador Pos 14:

- Datos:
 - Longitud entre centros de tambores (m): 36
 - Ancho banda (mm): 1 200
 - Capacidad (T/h): 800
 - Velocidad (m/s): 1,5
 - Inclinación ($^{\circ}$): 15
 - Producto a transportar: Caliza, dolomía y marga
 - Densidad (T/m³): 1,5



- Granulometría (mm): 0 – 15
- Zonas de carga: 1
- Características Constructivas:
 - Motor reductor ortogonal con anti retorno BONFIGLIOLI: Eje macizo (x2 unidades)
 - Motor eléctrico ABB (CV / kW): 30 / 22 (x2 unidades)
 - Acoplamiento hidráulico (motor-reductor): Sí (x2 unidades)
 - Acoplamiento elástico (reductor-tambor): No.
 - Bancada accionamiento: Sí
 - Tambor motriz Ø (mm): 630 Engomado
 - Tambor de inflexión: Si
 - Tambor tensor Ø (mm): 500
 - Sistema tensor: Husillos
 - Rodillos superiores amortiguadores Ø/Eje(mm): 133/20
 - Rodillos superiores lisos Ø / Eje (mm): 133/20
 - Rodillos inferiores lisos Ø/Eje(mm): 133/20
 - Malla inferior de recogida (en toda la longitud): No
 - Banda: Lisa EP 500/4-4+2
 - Tolva encauzadora con protecciones laterales: Si (4 m.)
 - Tapa superior en tolva encauzadora: Si
 - Tolván de descarga: Sí
 - Boquillas de aspiración en zonas de transferencia: Si
 - Rascador interior forma "V": Si
 - Rascador cabeza: Si
 - Soportes de apoyo: Si
 - Pasarela de servicio a unilateral con escalera: Si (tramex c/malla)
 - Cubierta superior abatible: Si
 - Protección tambor reenvío: Si
 - Interruptor de tirón TELEMECANIQUE: Si (ambos lados)
 - Detector de giro TELEMECANIQUE: Si
 - Detector desvío de banda TELEMECANIQUE: Sí (2 juegos)



4.4.7 Ingeniería:

El estudio de la ingeniería no es objeto de este proyecto, será encargada al proveedor adjudicado y deberá tener el siguiente alcance:

- Estudio de implantación y nivelaciones
- Cimentaciones
 - o Conjunto de trituración primaria y secundaria
 - o Conjunto repartidor/cribas/molinos impactos
 - o Conjunto cribas y conexión a fábrica
 - o Cintas transportadoras
- Interrelación procesos/contratistas/filtraciones
- Estructuras/Cerramientos/Filtros
 - o Conjunto de trituración primaria y secundaria
 - o Conjunto repartidor/cribas/molinos impactos
 - o Conjunto cribas y conexión a fábrica
 - o Cintas transportadoras y detector metales
- Obra civil instalación eléctrica
 - o Sala eléctrica
 - o Canalizaciones eléctricas



4.5.- CUADRO DE POTENCIAS

CUADRO DE POTENCIA DE LA INSTALACIÓN		
Pos. 01	Tolva con capacidad 100 m ³	0 kW
Pos. 02	Alimentador de placas	60 kW
Pos. 03	Machacadora primaria	250 kW
Pos. 04	Machacadora secundaria	250 kW
Pos. 05	Separador magnético b= 1 400 mm.	13,65 kW
Pos. 06	Transportador de 37 m, b=1 200 mm, i=15º,	44 kW
Pos. 07	Molinos Terciarios (2 unidades)	500 kW
Pos. 08	Transportador de 49,5 m, b=1 000 mm, i=18º,	44 kW
Pos. 09	Transportador de 42 m, b=650 mm, i=18º,	11 kW
Pos. 10	Repartidores vibrantes (2 unidades)	1 kW
Pos. 11	Cribas (2 unidades)	60 kW
Pos. 12	Transportador de 21 m, b=1 200 mm, i=18º,	37 kW
Pos. 13	Transportador de 36 m, b=1 200 mm, i=18º,	60 kW
Pos. 14	Transportador de 36 m, b=1 200 mm, i=15º,	44 kW
TOTAL		1 374,65 kW

4.6.- NORMATIVA APLICADA

La maquinaria a instalar cumplirá con el Real Decreto 1544_2008 del 10 de Octubre, por el que se establecen las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación, de acuerdo con las obligaciones establecidas en la Directiva 2006/42/CE. Todas las máquinas dispondrán del certificado CE de conformidad, marcado CE y manual de instrucciones.

Esto implica, según el Anexo I de dicho Real Decreto que el fabricante de una máquina o su representante autorizado, deberá garantizar la realización de una evaluación de riesgos con el fin de determinar los requisitos de seguridad y salud que se aplican a la



máquina. La máquina deberá ser diseñada y fabricada teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de riesgos.

Incorporará unos principios de integración de la seguridad que determinan que las máquinas se deben diseñar y fabricar de manera que sean aptas para su función y para que se puedan manejar, regular y mantener sin riesgo para las personas cuando dichas operaciones se lleven a cabo en las condiciones previstas, pero también teniendo en cuenta cualquier mal uso razonablemente previsible.

Las medidas que se tomen deberán ir encaminadas a suprimir cualquier riesgo durante la vida útil previsible de la máquina, incluidas las fases de transporte, montaje, desmontaje, retirada de servicio y desguace.



5.-RESPERCUSIONES DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

5.1.- EMISIONES

Un objetivo importante de la instalación es el cumplimiento de los niveles de emisión a la atmósfera. Los valores de emisión a la atmósfera que se proyectan deben estar por debajo de 50 mg/m³N, siendo muy inferiores a lo que exige actualmente la Ley, y siguiendo las recomendaciones europeas.

El Decreto 833/1975 que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico, establece los siguientes niveles de emisión en las instalaciones de cemento:

Tabla II: Niveles de Emisión

Emisión de polvos	Niveles de emisión (mg/Nm ³)	
	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas
Hornos de cemento	400 (1)	250 (1)
Enfriadoras de clínker	170	100
Machacadoras, molinos, transportadores y ensacadoras	300	250

(1) Se admitirá una tolerancia de 1.000 mg/Nm³, durante 48 horas consecutivas. Las instalaciones de depuración no podrán funcionar incorrectamente más de 200 h/año.

El acuerdo Voluntario para la Prevención y el Control de la contaminación de la industria Española del cemento suscrito el 8 mayo 2003 con la Consellería de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana se fijaron los siguientes límites:



Tabla III: Niveles de Emisión Fijados por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Valenciana

Niveles de emisión (mg/Nm ³)		
	Emisión	Límites (mg/Nm ³)
Hornos de cemento y enfriadores	Líneas existentes	75
Otras Fuentes Localizadas	Plantas existentes	50

La Autorización Ambiental de la fábrica establece como límites de emisión del resto de focos de la fábrica de cemento los siguientes:

Tabla IV: Niveles de Emisión Fijados por la Autorización Ambiental

FOCOS	LIMITES DE EMISION
Machacadoras, molinos, transportadoras y Ensacadora	50 mg/Nm ³

Las emisiones de polvo son consecuencia de las operaciones de manipulación y transporte de materiales que corresponden a las siguientes instalaciones:

- Trituradoras
- Cribas
- Puntos de transferencia, caídas y guías de carga de las cintas.
- Descarga camiones
- Vías de tráfico sin pavimentar



Las medidas correctoras para eliminar estas fuentes de polvo son:

- En trituradoras, cribas y puntos de transferencia dotarlas de cerramiento adecuado y posteriormente desempolvar el aire extraído de su interior con filtros.
- Almacenar el material en tolvas cerradas
- Pavimentación y limpieza de las vías de tráfico de camiones hasta la tolva de descarga camiones.
- Edificaciones, castilletes y tolva de descarga con cubrición y cerramientos

Las características de los filtros instalados son:

- F1. Filtro de mangas para despulverizar la criba de discos, trituradora primaria, y transferencias de la cinta pos. 6 a la pos. 8.
 - o Caudal desempolvado 36.000 m³/h
 - o Tipo de polvo crudo
 - o Polvo en la entrada 50 g/m³N
 - o Polvo en la salida <30mg/m³N
 - o Superficie filtrante 600 m²
- F2. Filtro de mangas de captación de las dos cribas y transferencias cintas.
 - o Caudal desempolvado 30.000 m³/h
 - o Tipo de polvo crudo
 - o Polvo en la entrada 50 g/m³N
 - o Polvo en la salida <30mg/m³N
 - o Superficie filtrante 500 m²
- F3. Filtro de mangas de captación de las dos cribas, trituradoras secundaria, y transferencias entre las cintas pos. 11 y 15
 - o Caudal desempolvado 30.000 m³/h
 - o Tipo de polvo crudo



- Polvo en la entrada 50 g/m³N
 - Polvo en la salida <30 mg/m³N
 - Superficie filtrante 500 m²

- F4. Filtro para despulverizar las cribas y transferencias cinta 17.
 - Caudal desempolvado 25.000 m³/h
 - Tipo de polvo crudo
 - Polvo en la entrada 50 g/m³N
 - Polvo en la salida <30 mg/m³N
 - Superficie filtrante 415 m²

- F5. Filtro para despulverizar la trituradora terciaria y transferencia cintas pos. 11 y 14.
 - Caudal desempolvado 15.000 m³/h
 - Tipo de polvo crudo
 - Polvo en la entrada 50 g/m³N
 - Polvo en la salida <30 mg/m³N
 - Superficie filtrante 250 m²

- F6. Filtro para despulverizar la transferencia de la cinta pos. 16.
 - Caudal desempolvado 2.500 m³/h
 - Tipo de polvo crudo
 - Polvo en la entrada 50 g/m³N
 - Polvo en la salida <30 mg/m³N
 - Superficie filtrante 41 m²





Tabla V: Cuadro Resumen de los Focos Emisores

		Caudal	Frecuencia	Temperatura	Tipo polvo	Altura	Emisión	Tipo corrección
		Nm ³ /h	(h / día)	(°C)		(m)	(mg/Nm ³)	
F1	Filtro trituradora primaria, criba discos y cintas cercanas	36.000	12	Ambiente	crudo	3	<30	Filtro mangas
F2	Filtro cribas primaria y cintas cercanas	30.000	12	Ambiente	crudo	3	<30	Filtro mangas
F3	Filtro trituradoras secundarias y cintas cercanas	30.000	12	Ambiente	crudo	3	<30	Filtro mangas
F4	Filtro cribas secundaria y cintas cercanas	25.000	12	Ambiente	crudo	3	<30	Filtro mangas
F5	Filtro trituradora terciaria y cintas cercanas	15.000	12	Ambiente	crudo	3	<30	Filtro mangas
F6	Cinta pos 16	2.500	12	Ambiente	crudo	2	<30	Filtro mangas



5.2.- RUIDOS

El término municipal de Alicante dispone de una Ordenanza municipal sobre protección contra ruidos y vibraciones, publicada en el BOP núm. 79, de 8 abril del 1991.

En dicha Ordenanza no se establecen niveles de inmisión en el ambiente exterior y las únicas industrias reguladas son las que quieran instalarse en suelo urbano residencial. En el artículo 29 del Capítulo III se establece el nivel de ruido en el interior de viviendas:

Entre las 08:00 y las 22:00 horas: 35 dBA

Entre las 22:00 y las 8:00 horas: 30 dBA

El Plan de Ordenación Urbana de Alicante, establece los siguientes niveles de emisión de ruidos y vibraciones:

Tabla VI: Niveles de Emisión de ruidos y vibraciones

Actividad lindante	Límites emisión ruidos transmitida al exterior dB(A)	
Residencial	50	40
Comercial	60	50
En medio rural	55	45
Industrial	65	60
Equipamiento sanitario	45	35
Terciaria		
No comercial	55	45
En general	50	40



La instalación cumplirá con los códigos nacionales o autonómicos que apliquen y en general los siguientes códigos o normas en sus ediciones más recientes:

- Ley 37/2003, de 17 de Noviembre sobre Ruido
- Ley 7/2002, 3 diciembre, Generalitat Valenciana de Protección de la Contaminación Acústica.

Los límites sonoros establecidos, en función del uso dominante de cada zona, son los expresados en cada tabla, siendo el periodo diurno el establecido entre las 8 y las 22 horas y el periodo nocturno entre las 22 y las 8 horas.

Tabla VII: Niveles Sonoros Establecidos

Uso Dominante	Nivel sonoro dB(A)	
	Día	Noche
Sanitaria y docente	45	35
Residencial	55	45
Terciario	65	55
Industrial	70	60

La Autorización Ambiental Integrada de la fábrica establece como límites sonoros los indicados por la Ley 7/2002, 3 diciembre, Generalitat Valenciana de Protección de la Contaminación Acústica y el Plan General de Ordenación Urbana de Alicante.



Tabla VIII: Límites Sonoros

USO INDUSTRIAL	DIURNO dB(A)	NOCTURNO dB(A)
Ley 7/2002	70	60
P.G.O.U.	65	60

Las actividades sujetas a estudio de impacto ambiental deberán adjuntar un estudio acústico, que incluyan las fuentes sonoras y las medidas correctoras para garantizar que no transmitan al exterior ni a locales colindantes, niveles sonoros superiores a los establecidos en la ley 7/2002 de 3 diciembre.

La instalación a reformar se encuentra situada en el centro de un solar, en el que los focos de ruido distan una media como mínimo de 150 m. a los límites de propiedad, siendo en algunas direcciones de hasta 3.500 m.

La incorporación de maquinaria nueva, se hará tomando todas las precauciones para disminuir el ruido generado. Las estimaciones de focos de ruido principales serán:

Tabla IX: Niveles de Ruido Estimados

Nº	DESCRIPCION	NIVEL SONORO (dba)	HORARIO
R1	Tolva Descarga camiones	85	Diurno 8-22 h
R2	Trituradora primaria	98	Diurno 8-22 h
R3	Trituradora secundaria	95	Diurno 8-22 h
R4	Trituradora terciaria	90	Diurno 8-22 h
R5	Camión	88	Diurno 8-22 h



En cuanto al tráfico de camiones será el mismo, ya que el consumo de harina de crudo del horno (<230 t/h de caliza) seguirá siendo el mismo.

La diferencia es que dicha producción se hará durante un máximo 10 horas diarias x 5 días a la semana, al pasar la producción de la instalación de trituración de 600 t/h a 800 t/h. por lo que las molestias generadas por el tráfico de camiones desde la cantera a la fábrica, disminuirán al ser realizadas durante las horas diurnas de los días laborables.

Tabla X: Flujo de Camiones Estimados

CAUDAL	Nº CAMIONES / DIA	Nº CAMIONES / HORA
<5.520 t/día	<221	<22

5.3.- VIBRACIONES

Los equipos mecánicos instalados tienen un funcionamiento a bajo régimen que no induce vibraciones sensibles.

Los ventiladores irán montados en todos los casos sobre bloques elásticos amortiguadores, de manera que aíslen la máquina de su fundación para no transmitirle vibraciones.

5.4.- OLORES

En las reformas y ampliaciones objeto de este proyecto no está previsto que se puedan generar olores que puedan ser nocivos, molestos o insalubres.



5.5.- ABASTECIMIENTO DE AGUA

Se utilizará la instalación existente de abastecimiento de agua (y aguas residuales), no realizándose ninguna modificación.

No se incrementa el consumo de agua ni se generan aguas residuales en las instalaciones objeto de la reforma y ampliación.

5.6.- RESIDUOS SÓLIDOS

No aumentará la generación de residuos sólidos con la reforma de la instalación.

Los residuos sólidos generados actualmente (sacos, pallet, aceites lubricantes, metales, etc.) seguirán teniendo el mismo tratamiento actual de recogida selectiva, de acuerdo con el Sistema de Gestión Medioambiental con Certificación ISO 14.001 implantado en la actualidad.



6.- SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo se define como el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas para que se puedan realizar las funciones designadas.

Además contribuye por todos los medios disponibles a reducir, en lo posible, el costo final de la operación de la planta. Su propósito es mantener operable con el debido grado de eficiencia y eficacia el activo fijo de las empresas.

Se pretende reducir las reparaciones o fallas imprevistas, por medio de rutinas de inspección periódicas y la ejecución de actividades necesarias que eviten el daño prematuro de los equipos o alguno de sus elementos. Con el mantenimiento preventivo también se logra obtener la disminución de paradas de producción y la reducción de costos. Todo esto engloba el conjunto de actividades necesarias para:

- Mantener una instalación o equipo en funcionamiento.
- Restablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas.
- El mantenimiento incide, por lo tanto, en la cantidad y calidad de la producción.
- En efecto, la cantidad de producción a un nivel de calidad dado, está determinada por la capacidad instalada de producción y por su disponibilidad, entendiéndose por tal al cociente del tiempo efectivo de producción entre la suma de este y el tiempo de parada por mantenimiento.
- El hacer mantenimiento no implica reparar algún equipo tan pronto como se pueda, sino mantener el equipo en óptimas condiciones de funcionamiento.
- La primera prioridad del mantenimiento es prevenir fallos para reducir los riesgos de paradas imprevistas.



- El mantenimiento no empieza cuando los equipos e instalaciones son recibidos y montados, sino en la etapa inicial de todo proyecto y continúa cuando se formaliza la compra de aquellos y su montaje correspondiente.
- El objetivo del mantenimiento preventivo es asegurar la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad.

6.1.- VENTAJAS DE IMPLEMENTACIÓN

El mantenimiento preventivo constituye un sistema dentro de toda organización industrial, cuya función consiste en ajustar, reparar, reemplazar o modificar los componentes de una planta industrial para que la misma pueda operar satisfactoriamente en cantidad y calidad durante un período dado.

Representa uno de los modos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas, optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan. Cualquier programa de mantenimiento preventivo bien elaborado, producirá beneficios que sobrepasen su costo.

Esto se refleja en una serie de beneficios dentro de los cuales se pueden destacar los siguientes:

- Incremento de la vida útil de la maquinaria y equipo.
- Menores paros de producción causados por fallas en el equipo.
- Reducción en los costos de reparación.
- Menor costo unitario de producción.
- Eliminación o reducción de accidentes.
- Aumento de calidad del producto.
- Mejor prestigio en la imagen de la empresa.
- Mejores relaciones industriales.



Debe destacarse que no es un costo, debe tenerse en cuenta desde el momento que se diseña/monta la planta y requiere un gran conocimiento en personas con habilidades mecánicas, eléctricas, electrónicas y/o de computación, y

6.2.- ETAPAS

Estas fases o etapas describen el proceso de ejecución del mantenimiento preventivo, el cual es aplicado para alargar la vida útil de maquinaria y equipo e instalaciones de una empresa, y conservarlos en óptimas condiciones de funcionamiento. A continuación se describe cada una de ellas de forma general.

6.2.1 Inventario técnico:

Es el registro de la maquinaria y equipo existentes en una planta. Para ello se hace uso de fichas o formatos debidamente diseñados para que contengan la información técnica que describen al equipo.

La información recolectada a través del inventario técnico de equipos es de utilidad entre otras para:

- a) conocer la cantidad, tipo, características técnicas y localización de los equipos con que cuenta la planta.
- b) Establecer el estado actual de funcionamiento de cada uno de los equipos.
- c) Identificar a los distribuidores y a los fabricantes del equipo.

El inventario técnico debe actualizarse cada año verificando aquellos datos propensos a cambiar (como estado del equipo, etc.). En general, los datos más importantes, y a los cuales debe prestarse especial atención son: marca, modelo, número de serie, fabricante, número de teléfono o dirección del fabricante o distribuidor, año de fabricación, precio y otros que el departamento de mantenimiento determine de importancia para su ejecución.



El inventario técnico es entonces una fuente de información necesaria para preparar, ejecutar, controlar y supervisar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

6.2.2 Diagnóstico preeliminar:

Es el paso clave para desarrollar la fundamentación de un plan de mantenimiento preventivo. Consiste en efectuar una visualización instantánea del lugar donde se piensa realizar el proyecto. Se trata de percibir el mayor número de factores que intervienen en el entorno en estudio e identificar aquellos que pueden ser modificables.

Existen varias herramientas que pueden utilizarse para realizar el diagnóstico preliminar, entre ellas se pueden mencionar:

a. Análisis FODA

Es una herramienta que provee la información necesaria para la implantación de acciones correctivas o de mejora de un proyecto. Las siglas FODA significan: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas respectivamente.

Las fortalezas y debilidades corresponden al ámbito interno de la organización y que pueden ser controladas, se debe realizar el análisis de cuáles son esas fortalezas con las que cuenta y cuáles las debilidades que obstaculizan el cumplimiento de los objetivos. Por otro lado, las amenazas son de ámbito externo y que no están bajo el control de la organización, podrían incluir los problemas de inflación, escasez de energía, cambios tecnológicos, etc. En general, tanto las amenazas como las oportunidades podrían quedar agrupadas en las siguientes categorías: factores económicos, sociales o políticos, factores demográficos, mercados y otros.



La importancia de revisar las oportunidades, es de vital trascendencia, ya que en función de la seriedad del análisis se tendrá una imagen clara de lo que el exterior puede proporcionar con una adecuada selección de estrategias para su aprovechamiento como se muestra en el cuadro de análisis en la tabla II.

Tabla XI: Cuadro de Análisis FODA

FORTALEZAS: F1 F2 ... Fn	DEBILIDADES: D1 D2 ... Dn
OPORTUNIDADES: O1 O2 ... On	AMENAZAS: A1 A2 ... An

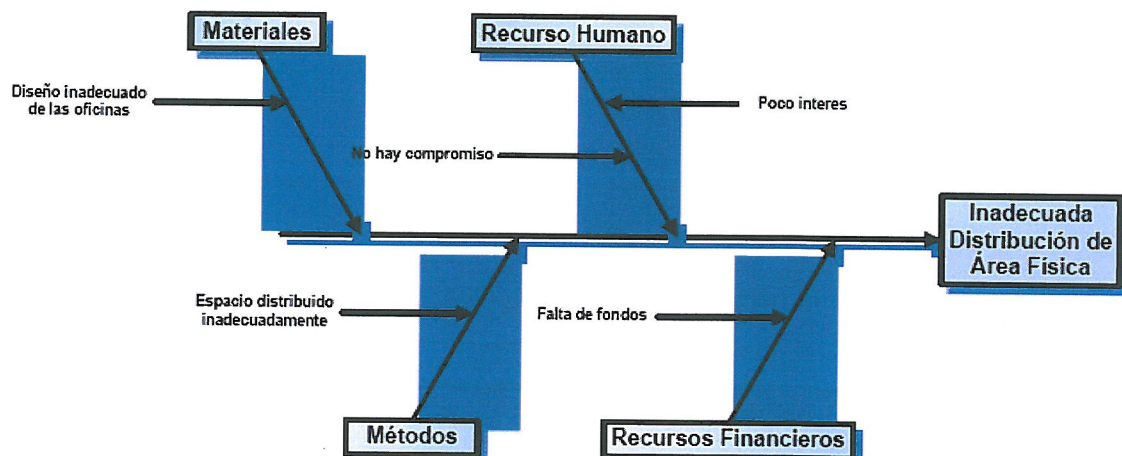
b. Diagrama causa y efecto

Es un gráfico que muestra de forma sistemática las relaciones entre el problema y sus causas, con el fin de ordenar y relacionar la interacción de los factores que afectan un proceso.

El diagrama de Ishikawa comúnmente llamado de causa y efecto o espina de pescado es de mucha utilidad para establecer políticas para la solución de problemas, para establecer mecanismos de prevención de defectos, para facilitar el entrenamiento de la empresa, así como para presentar informes claros y compactos.



Tabla XII: Ejemplo de Diagrama Causa-Efecto



El procedimiento es sencillo: primero se define el problema (causa) de una manera clara y objetiva, luego se definen las categorías principales de las posibles causas y se insertan en rectángulos, luego se detectan las causas de cada categoría y se ubican dentro de las ramas establecidas, luego se desarrollan las ramas dentro de cada causa y por último, se identifican las causas raíz fundamentales del problema.

El personal de mantenimiento es uno de los componentes fundamentales para alcanzar el nivel requerido de desempeño para lograr los objetivos de mantenimiento propuestos, debe tener un perfil que permita enfrentar con éxito los retos planteados, con conocimientos de mantenimiento y reparación de los equipo.

c. Procedimientos Técnicos

Es el listado detallado de trabajos de mantenimiento preventivo a efectuar periódicamente, con el fin de reducir al máximo las reparaciones imprevistas. Estos procedimientos forman parte de un plan de mantenimiento donde se realizan las acciones necesarias, como por ejemplo: engrase, cambio de correas, limpieza, lubricación, ajustes, y todas aquellas actividades dedicadas a la optimización de las condiciones de funcionamiento de un equipo o instalación.



d. Control de Frecuencia

Es la etapa donde se indican los períodos en que deben realizarse los trabajos de mantenimiento de acuerdo al tipo de maquinaria y equipo. Esto permite establecer la secuencia adecuada de los trabajos importantes para asegurar que cada tarea se cumpla de la forma más efectiva.

Es necesario tener en cuenta que alguna parte o elemento de una máquina podría requerir mayor frecuencia de trabajos de mantenimiento, como por ejemplo, limpieza diaria, un ajuste semanal, una inspección de funcionamiento mensual o una reparación anual de todo el equipo.

e. Determinación de stock de repuestos

La experiencia y la actividad de una planta influyen como en la selección de partes y repuestos de la maquinaria y equipo que posee, y en la elección de las cantidades máximas y mínimas para tener en existencia.

Un stock de repuestos bien organizado es indispensable para un programa exitoso de mantenimiento preventivo.

A menudo estos repuestos se anotan en los registros de equipo de la planta para asignarles un número de serie o código para minimizar las duplicaciones y ayudar a identificar en forma rápida y exacta los necesarios.

Para establecer un stock de repuestos, además de la valoración inicial por parte del fabricante o empresa instaladora, es necesario hacer uso de la observación directa de maquinaria y equipo, se puede recurrir a la consulta de historiales de los repuestos



que han sido utilizados en reparaciones anteriores que representen un beneficio para cualquier emergencia o paro imprevisto.

Los repuestos se almacenan a fin de minimizar el tiempo muerto del equipo. Su stock puede deberse a varios motivos:

- Piezas relativamente caras.
- Piezas especializadas para emplearse en un número limitado de máquinas.
- Repuestos que tienen tiempos de entrega mayores que la demanda normal (rotación lenta o críticos, cuya falta de disponibilidad podría causar un costoso tiempo muerto o tener un efecto negativo en la seguridad.

Los repuestos se almacenan sólo cuando los riesgos de no contar con ellos sobrepasan el costo total de tenerlos en existencia durante un período predicho.

Por otro lado tenemos los elementos que no tienen un uso especializado, pero que tienen un requerimiento definido y una rotación corta como por ejemplo los rodamientos, cables eléctricos, pernos, etc. Las decisiones acerca de qué cantidad debe tenerse en existencia y cuándo ordenar en el caso de las existencias de mantenimiento normal pueden manejarse de una manera más rutinaria que en el caso de los repuestos.

6.2.3 Capacitación del personal:

Es imperativo que el personal de mantenimiento adquiera la tecnología y las habilidades requeridas que le permitan desarrollar todo su potencial.

Los trabajadores de mantenimiento por lo general se concentran en una especialidad, y tienen más libertad de acción que los trabajadores de producción. Requieren una extensa capacitación y experiencia para estar plenamente calificados.

Toda gerencia de mantenimiento debe definir sus objetivos, metodología a emplear



para su desarrollo e incentivos a aplicar para estimular al personal en su capacitación y entrenamiento continuos.

6.2.4 Determinación de costes:

Los costos a considerar dentro de un plan de mantenimiento normalmente utilizan seis categorías (equipo, suministros, mano de obra, servicios exteriores, gastos directos del departamento de mantenimiento y gastos indirectos de la planta).

- El equipo normalmente está constituido por los artículos que una empresa adquiere como un solo conjunto para llevar a cabo los procesos productivos. Motores eléctricos, bandas transportadoras, instrumentos para soldar, etc., son algunos ejemplos de equipo.
- Los suministros son aquellos artículos que normalmente son almacenados para ser utilizados en el momento requerido. Los suministros incluyen artículos como tuercas, pernos, tubos y accesorios para tubos, metal en hojas y otros artículos comprados normalmente por mayoreo.
- La mano de obra, es el tiempo del personal en una tarea específica. Se considera normalmente el tiempo empleado por un técnico o un obrero en la ejecución de las actividades requeridas de mantenimiento. Existe la mano de obra directa e indirecta.
- Los servicios exteriores están generalmente en la forma de mano de obra ejecutada a través de un contratista o proveedor, en donde tanto los gastos indirectos como la ganancia del proveedor están incluidos en la factura.
- Los gastos directos del departamento de mantenimiento cubren todos los gastos de la operación del departamento de mantenimiento que no se pueden cargar directamente a unidades específicas de trabajo.



- Los gastos indirectos de la planta incluyen aquellos gastos administrativos de la planta que deben ser compartidos por todos los departamentos, incluyendo mantenimiento. Por ejemplo, el salario de una secretaria, pagos de energía eléctrica, agua, teléfono, entre otros.

6.2.5 Supervisión:

Consiste en vigilar y guiar a los operarios de tal forma que las actividades se realicen adecuadamente.

La supervisión de un plan de mantenimiento debe llevarse a cabo directamente por el ingeniero o encargado del desarrollo del plan. Para esto, debe tener lo siguiente:

- Informes de labores: deben ser presentados semanalmente por técnicos y operadores y deben corresponder con las órdenes de trabajo recibidas.
- Reportes de operación de la planta: esta información es importante para evaluar los resultados de la aplicación del plan de mantenimiento. Los operadores son un agente externo al departamento y proporcionan un punto de vista independiente sobre la calidad del servicio que reciben. La forma de recolectar esta información debe ser coordinada con el departamento de producción.
- Evaluación en el sitio: se requiere una evaluación periódica por parte del ingeniero acerca de las condiciones de funcionamiento de las unidades de la planta, debe basarse en un programa aleatorio de mediciones e inspección que permitan un control cruzado de la labor de sus técnicos.

6.2.6 Control:

Esta tarea comprende las siguientes fases:



- Disponer de los datos técnicos inherentes a cada uno de los equipos que componen el activo fijo de la empresa y del historial de actualización de los mismos para predecir el tiempo para su reparación.
- Generar el plan de revisiones periódicas de los equipos o de algunas de sus piezas o componentes críticos y, para cada una de ellas, la orden de revisión correspondiente. El plan debe incluir herramientas de posible uso, normas para realizar el trabajo y autorización para su ejecución.
- Controlar la ejecución del plan y captar la información generada.
- Analizar técnicamente las revisiones, estudiando el comportamiento de los componentes críticos de los equipos para determinar la probabilidad de las posibles roturas.
- Generar el plan de reparaciones coordinándolo con los departamentos involucrados, es decir, las órdenes de reparación. Éstas indican información general similar a las órdenes de revisión, así como qué personal las ejecutará y los materiales y repuestos a consumir.
- Controlar la ejecución del plan de reparaciones y captar la información correspondiente, tanto técnica como de los costos de su ejecución.
- Analizar el comportamiento de los equipos.
- Disponer y procesar la información requerida para controlar la gestión de mantenimiento. La información surge de los documentos anteriores (órdenes de revisión y de reparación) y comprende tiempos de parada de los equipos, costo de las reparaciones efectuadas, rendimiento de la mano de obra ocupada (propia o contratada), trabajos realizados en talleres propios o contratados, etc.



6.3.- PLAN PROPUESTO

El plan propuesto corresponde al proyecto que tiene como finalidad el diseño de una planta de trituración y cribado de caliza para cemento y su objetivo consiste en diseñar un plan de mantenimiento preventivo que permita unificar todos los recursos necesarios para planear, programar, ejecutar, supervisar y controlar las actividades de mantenimiento preventivo tales como lubricación, limpieza y ajustes de la maquinaria y equipo de trituración y cribado de la caliza.

Por ello se propone:

2. Elaborar un inventario técnico de la maquinaria y equipo de la planta.
3. Definir rutinas de mantenimiento preventivo haciendo uso de manuales e información suministrada por el fabricante.
4. Planificar las actividades de mantenimiento preventivo, según recomendaciones del fabricante.
5. Diseñar formatos para llevar el registro de las reparaciones y actividades de mantenimiento aplicadas a la maquinaria y equipo.
6. Establecer un stock de repuestos para minimizar el tiempo de inactividad o paro cuando se requiera reparar o reemplazar alguna parte o accesorio.

6.3.1 Definición de tareas:

Es de suma importancia el definir las tareas que corresponden directamente al mantenimiento preventivo. Estas tendrán la función de prevenir averías mayores, de tal manera que no se requiera el tener que profundizar en las tareas de mantenimiento.

El alcance del servicio de mantenimiento quedará aglutinado dentro de las revisiones periódicas de técnicos especializados por parte de los fabricantes de los diferentes equipos que formarán parte de la planta. Además, se incluye una relación de



repuestos recomendados para los dos primeros años de operación.

El mantenimiento preventivo de la planta deberá ser realizado por el personal que se encargue de la operación de la misma, contando con el apoyo de los fabricantes para consultas específicas que afecten al mantenimiento y la operación de la planta. Este mantenimiento preventivo se verá reforzado con las revisiones periódicas por parte del fabricante y la supervisión del estado de los equipos.

6.3.2 Alimentación y trituración:

El mantenimiento preventivo en las máquinas de trituración es indispensable aplicarlo independientemente del material a triturar, debido a que el equipo constantemente se encuentra produciendo movimientos vibratorios que son parte del proceso.

Las vibraciones constantes hacen que en el equipo se produzcan desajustes en algunos componentes principales y en piezas como tornillos; por lo que se necesitan ajustes frecuentes y lubricación en las partes principales del equipo. La aplicación correcta del mantenimiento preventivo permite que se obtengan productos de mejor calidad.

Se propone la realización de tres visitas por año por parte de un ingeniero de servicio para el mantenimiento/servicio de los equipos, a saber:

- Dos visitas generales de servicio al año de un ingeniero durante tres días en obra.
- Una visita anual de servicio de dos ingenieros durante tres días en obra.

Se estima que con esta supervisión y con el mantenimiento rutinario que se ha de llevar a cabo por personal de la propia planta, siempre siguiendo las instrucciones y



recomendaciones del manual que acompaña a los equipos, es suficiente para la operación y correcto funcionamiento de los equipos.

Sin embargo, se espera un ratio de desgaste aproximado de 0,00025g/t. por lo que se incluye en el punto 6.6 una lista valorada de los repuestos estimados por parte del fabricante para la operación durante dos años.

6.3.3 Molienda:

Se contemplan dos revisiones anuales de los dos molinos para comprobar su estado, funcionamiento y realizar el mantenimiento de los mismos. En estas revisiones se realizarán exactamente las mismas operaciones, a excepción de que en una de ellas se realizará además el cambio de aceite y filtros del grupo hidráulico.

A continuación se detallan las tareas a realizar durante las revisiones durante un año, y se adjunta también una lista valorada de repuestos recomendados para tener en stock en la planta. El tiempo de entrega para estos repuestos está estimado entre los tres y cinco días.



DESCRIPCIÓN	UD	€/UD	UD/AÑO	€ TOTAL
REVISIÓN ANUAL <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación aceite grupo hidráulico y filtros - Conexión y limpieza de mangueras hidráulicas y depósito de aceite NOTA: <ul style="list-style-type: none"> - El aceite deberá tener las características requeridas por el fabricante. - Cantidad 130 litros por cada molino 	6 horas	55,00 €	1	330,00 €
REVISIÓN SEMESTRAL <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación apertura tapa del molino - Comprobación giro del eje del molino - Comprobación funcionamiento del engrasador - Comprobación funcionamiento del detector de vibraciones - Comprobación funcionamiento detector de giro - Comprobación funcionamiento de seguridad - Comprobar funcionamiento del circuito hidráulico - Comprobar conexiones eléctricas - Pruebas en vacío-consumo de motores - Pruebas con carga-consumo motores - Comprobar estado de las piezas de desgaste (eyectores, corazas, protecciones de la tapa, tubo de alimentación, protecciones de la cuba, plato, estrella, mesa, soporte de mesa y protecciones periféricas) 	4 horas	55,00 €	2	440,00 €
Km de viaje (ida-vuelta estimado)	1 448 Km	0,38 €/Km	2	1 100,48 €
Horas de viaje (ida-vuelta estimado)	14	55,00 €/hora	2	1 540,00 €
Estancias y dietas	3	150,00 €	2	900,00 €
TOTAL				4 310,48 €

6.3.4 Cribado de finos:

Las cribas de este tipo presentan unos costes de mantenimiento muy bajos. Las tareas de mantenimiento de este tipo de cribas se limitan básicamente a:



- Engrase de los moto-vibradores.
- Cambio de los tamices cuando éstos presenten desgastes o roturas que limiten la clasificación. Eventual cambio de los perfiles de apoyo de los mismos.
- Vigilancia y limpieza de la zona de las suspensiones. Eventual cambio de muelles.

Estas tareas se pueden llevar a cabo de forma sencilla por el propio personal de la planta siguiendo el manual que acompaña a estas máquinas. Por el fabricante se propone una supervisión anual consistente en una visita de un técnico durante un día para inspección de los equipos, valoración del estado general y chequeo de los parámetros más importantes de funcionamiento.

En cuanto a los repuestos, los únicos elementos de desgaste que será necesario cambiar periódicamente serán los tamices.

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UD</u>	<u>€/UD</u>	<u>UD/AÑO</u>	<u>€ TOTAL</u>
REVISIÓN ANUAL Visita Anual de supervisión: inspección, valoración estado y chequeo de parámetros de funcionamiento	-	400,00 €	1	400,00 €
TOTAL				400,00 €

6.3.5 Instalación eléctrica:

Para la instalación eléctrica se contempla una revisión anual para mantenimiento preventivo con una duración estimada de dos a tres días en obra para los correspondientes informes y certificados. La revisión será llevada a cabo por personal



de la empresa instaladora que se encargará del montaje eléctrico de la planta, e incluirá los siguientes conceptos:

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UD</u>	<u>€/UD</u>	<u>UD/AÑO</u>	<u>€ TOTAL</u>
REVISIÓN ANUAL				
- Centro de transformación	-	11 975,00 €	1	11 975,00 €
- Baja tensión (revisión aislamientos, estado cuadros, tierras, etc.)				
Revisión trienal reglamentaria de SET por OCA				
Revisión quinquenal reglamentaria de B.T por OCA				
TOTAL				11 975,00 €

6.3.6 Instalación de captación de polvo:

El mantenimiento de la instalación de captación de polvo que se ofrece consiste en revisiones periódicas, de una duración estimada de tres o cuatro días, para una completa revisión de la instalación.

La frecuencia de estas visitas dependerá mucho del mantenimiento que el propio personal de planta dedique y de su conocimiento. Se estiman tres visitas al año, pudiéndose reducir a dos en caso favorable.

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UD</u>	<u>€/UD</u>	<u>UD/AÑO</u>	<u>€ TOTAL</u>
REVISIÓN CUATRIMESTRAL				
Visita general de servicio (inspección, valoración del estado y chequeo de parámetros de funcionamiento).	-	7 500,00 €	1	7 500,00 €
TOTAL				400,00 €



6.3.7 Consigna de recambios

DESCRIPCIÓN	CANTIDADES POR MÁQUINA	PRECIO NETO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
ALIMENTACIÓN Y TRITURACIÓN				
Repuestos Puesta en Marcha				
Tapón Fungible	6	37,30 €	6	223,80 €
Repuestos dos años de Operación				
Puntas sólidas heavy duty	18	200,00 €	18	3.600,00 €
Conjunto funda barra rompedora	8	435,70 €	8	3.485,60 €
Segmentos de 5 dientes	24	659,20 €	24	15.820,80 €
Segmentos de 5 dientes	24	659,20 €	24	15.820,80 €
Peine lateral de 5 dientes	6	400,60 €	6	2.403,60 €
MOLIENDA				
Repuestos Recomendados en Stock				
Mesa	1 ud	9.180,00 €	1	9.180,00 €
Protección Periférica	(1 juego = 10 uds)	123,00 €	10	1.230,00 €
Eyectores	(1 juego = 5 uds)	276,00 €	5	1.380,00 €
Corazas	(1 juego = 20 uds)	498,00 €	20	9.960,00 €
Tubo de alimentación	1 ud	1.074,00 €	1	1.074,00 €
Protección tapa interior	(1 juego = 16 uds)	133,00 €	16	2.128,00 €
Protección tapa intermedia	(1 juego = 31 uds)	115,00 €	31	3.565,00 €
Protección tapa exterior	(1 juego = 32 uds)	41,00 €	32	1.312,00 €
Protección tapa exterior	(1 juego = 32 uds)	42,00 €	33	1.386,00 €
CRIBADO DE FINOS				
Repuestos Recomendados en Stock				
Tamiz	8	120,00 €	16	1 920,00 €
Muelle	12	20,00 €	4	80,00 €
Maestros perfil apoyo tamices	32	9,00 €	16	144,00 €
Tapas ventana visita	8	4,00 €	4	16,00 €
Vibrador	2	5 552,00 €	1	5 552,00 €
Conjunto tornillería anclaje vibrador	2	166,70 €	1	166,70 €



DESCRIPCIÓN	CANTIDADES POR MÁQUINA	PRECIO NETO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
INSTALACIÓN DE CAPTACIÓN DE POLVO				
Repuestos Recomendados para dos años de servicio				
Tubo (IC-9)	57	50,00 €	6	300,00 €
Juntas tóricas	57	0,70 €	57	39,90 €
Kit membranas c/piloto	57	82,50 €	10	825,00 €
Bobina 220/50	57	23,20 €	10	232,00 €
Unidad mantenimiento (instalación 1 y 2)	2	250,00 €	1	250,00 €
Unidad mantenimiento (instalación 3)	1	139,00 €	1	139,00 €
Manómetro en U	3	42,00 €	1	42,00 €
Jaulas portamangas	513	22,00 €	50	1.100,00 €
Mangas filtrantes	513	13,30 €	513	6.822,90 €
Armario electrónico (instalación 1)	1	627,00 €	1	627,00 €
Armario electrónico (instalación 2)	1	589,50 €	1	589,50 €
Armario electrónico (instalación 1)	1	222,00 €	1	222,00 €
Moto-reductores sin-fines (instalación 1 y 2)	2	600,00 €	1	600,00 €
Moto-reductores válvulas alveolares	3	540,00 €	1	540,00 €
Controladores de giro moto-reductores	5	67,50 €	1	67,50 €
Indicadores nivel de bolas	3	294,00 €	1	294,00 €



DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRITURACIÓN Y CRIBADO DE CALIZA PARA CEMENTO

DOCUMENTO II: ESTUDIO ECONÓMICO



PLANTA DE TRITURACIÓN Y MOLIENDA

Item	Referencia	Descripción	P.U. Neto	Cant.	Precio
TRITURADORES PRIMARIO Y SECUNDARIO					
1	MMD D4	Alimentador de Placas MMD D4x10, 4 m cc, completo con Motor Hidráulico y Power pack con Transportador de finos.	441 000,00	1	441 000,00
2	MMD SERIE 626	MMD Serie 625 con 9 anillos de 3 dientes completa con Reductor R350 25:1, Acoplamiento hidráulico Voith 562, Motor de 250 kW, carro extractor de ruedas y Lubricación automática.	560 000,00	1	560 000,00
3	MMD SERIE 625 T/L	MMD Serie 625 T/L con segmentos de 5 dientes completa con Reductor R350 25:1, Acoplamiento hidráulico Voith 562, Motor de 250 kW, carro extractor de ruedas y Lubricación automática.	560 000,00	1	560 000,00
4	ESTRUCTURA MMD	Estructura de calderería incluyendo tolva de alimentación, estructura soporte del alimentador/tolva, estructura soporte del molino, tolva de finos, cerramientos y tolva de descarga molino.	340 000,00	1	340 000,00
MOLINOS TERCARIOS					
5	MAG IMPACT 2700	Molino MAG Impact modelo 2700.	254 750,00	2	509 500,00
6	ESTRUCTURA	Plataformas soporte para los molinos MAG Impact 2700 con tolvas de salida, escaleras de acceso y barandillas de protección. Cubierta mediante caseta de chapa simple.	40 500,00	1	40 500,00
CRIBADO					
7	4TL-206-C2	Criba probabilística de 2 metros de ancho y 2,40 metros de longitud tamiz, con 4 pisos de cribado. Equipada con una salida frontal y una salida inferior, accionamiento mediante motovibradores y totalmente carenada.	40 750 00	2	81 500,00
8	ARV-2000	Alimentador Repartidor Vibrante para una criba de 2 metros de ancho. Equipado con motovibradores y suspensión mediante muelles.	5 250,00	2	10 500,00
9	ESTRUCTURA	Estructura para las cribas con escaleras, pasillos y barandillas, para operación y mantenimiento. Cubierta mediante caseta de chapa simple.	28 775,00	1	28 775,00
TRANSPORTADORES					
10	CINTA POS. 06	Cinta de 1 400 mm. de ancho de banda, 33 metros de longitud y 15º de inclinación.	78 000,00	1	78 000,00
11	CINTA POS. 08	Cinta de 800 mm. de ancho de banda, 33,2 metros de longitud y 13º de	43 600,00	2	87 200,00



		inclinación.			
12	CINTA POS. 09	Cinta de 800 mm. de ancho de banda, 29 metros de longitud y 18º de inclinación.	32 800,00	1	32 800,00
13	CINTA POS. 12	Cinta de 1 400 mm. de ancho de banda, 45 metros de longitud y 0º de inclinación.	58 500,00	1	58 500,00
14	CINTA POS. 13	Cinta de 800 mm. de ancho de banda, 23 metros de longitud y 18º de inclinación.	34 300,00	1	34 300,00
15	SEPARADOR MAGNÉTICO	Separador overband magnético permanente.	40 000,00	1	40 000,00
16	MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	Montaje mecánico y puesta en marcha de todos los equipos incluidos en la oferta.	288 350,00	1	288 350,00
17	INGENIERÍA	Ingeniería de detalle, incluyendo replanteo y cálculos para la obra civil. Entrega de planos.	32 000,00	1	32 000,00
18	PORTES	Transporte a planta de todos los equipos estructurales.	46 000,00	1	46 000,00
SUBTOTAL NETO 1				3 268 925,00 €	

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Item	Referencia	Descripción	P.U. Neto	Cant.	Precio
INSTALACIÓN CAPTACIÓN DE POLVO					
19	INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CONTROL	CCM.	95 735,50	1	95 735,50
		Sistema de Control y Visualización.	26 348,00	1	26 348,00
		Alumbrado y Tomas de Fuerza.	21 191,50	1	21 191,50
		Canalizaciones.	43 803,19	1	43 803,19
		Ingeniería, Delineación y Programación.	88 708,90	1	88 708,90
		Supervisión y Puesta en Marcha.	8 320,00	1	8 320,00
SUBTOTAL NETO 2				308 497,20 €	

CAPTACIÓN DE POLVO

Item	Referencia	Descripción	P.U. Neto	Cant.	Precio
INSTALACIÓN CAPTACIÓN DE POLVO					
20	INST. 1º - 2º	Instalación Primaria y Secundaria.			148 033,30
		Filtro de Mangas 594/5 (IC).	68 444,40	1	
		Conjunto de acceso.	14 155,60	1	
		Moto ventilador de tiro c/motor 75 kW.	14 977,80	1	
		Red de tuberías de aire sucio y limpio.	35 488,90	1	
		Armario eléctrico.	14 966,70	1	



Item	Referencia	Descripción	P.U. Neto	Cant.	Precio
INSTALACIÓN CAPTACIÓN DE POLVO					
21	INST. 3º	Instalación Terciarios.			138 544,40
		Filtro de Mangas 594/4 (IC).	58 600,00	1	
		Conjunto de acceso.	21 544,40	1	
		Moto ventilador de tiro c/motor 75 kW.	12 766,70	1	
		Red de tuberías de aire sucio y limpio.	30 666,70	1	
		Armario eléctrico.	14 966,70	1	
22	INST. CRIBAS	Instalación Cribado de Finos.			88 233,30
		Filtro de Mangas 594/2 (IC).	30 511,10	1	
		Conjunto de acceso.	10 366,70	1	
		Moto ventilador de tiro c/motor 75 kW.	8 666,70	1	
		Red de tuberías de aire sucio y limpio.	29 922,20	1	
		Armario eléctrico.	8 766,70	1	
23	ELEMENTOS COMUNES	Elementos comunes para la instalación de Captación de Polvo.			155 811,10
		Transporte.	16 100,00	1	
		Montaje Mecánico.	105 555,60	1	
		Montaje Eléctrico.	31 377,80	1	
		Dirección de Puesta en Marcha.	2 777,80	1	
SUBTOTAL NETO 3				530 622,10 €	

TOTAL OFERTA ECONÓMICA

TOTAL INSTALACIÓN PLANTA TRITURACIÓN Y CRIBADO		
SUBTOTAL 1	PLANTA DE TRITURACIÓN Y MOLIENDA	3 268 925,00 €
SUBTOTAL 2	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	308 497,20 €
SUBTOTAL 3	CAPTACIÓN DE POLVO	530 622,10 €
TOTAL		4 108 044,30 €

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRITURACIÓN Y CRIBADO DE CALIZA PARA CEMENTO

DOCUMENTO III: ANEXOS

ANEXO A: ROCK TEST



El Rock Test consiste en reconocer las diferentes características del material a estudio (en este caso caliza) por medio de métodos de ensayo realizados en laboratorio para ver que tan resistente puede llegar a ser el material.

El ensayo “Desgaste de los Ángeles” se recoge en la norma UNE 1097-2/99 NLT-149 (Resistencia al desgaste de los áridos).

El índice de desgaste de un árido está relacionado con su resistencia a la abrasión por medios mecánicos y también con la capacidad resistente de los hormigones con él fabricados.

El método consiste en analizar granulométricamente un árido grueso, para preparar una muestra de ensayo que será sometida a abrasión en la máquina de Los Ángeles para luego expresar la pérdida de material o desgaste como el porcentaje de pérdida de masa de la muestra con respecto a su masa inicial.

En la máquina de Los Ángeles se introduce una muestra de árido limpio y lavado, con una de las siete granulometrías indicadas por la norma, y una carga abrasiva compuesta de esferas de fundición o de acero, cuyo peso total depende de la granulometría elegida. Con la muestra y la carga abrasiva en el interior del tambor, se hace girar este a una velocidad constante y durante un número determinado de vueltas, tras lo que se separa la muestra por el tamiz, lavando y secando en estufa lo retenido en el.

El resultado del ensayo es la diferencia entre el peso original de la muestra y su peso al final del ensayo, expresada en tanto por ciento del peso inicial. A este valor numérico se le denomina coeficiente de desgaste Los Ángeles.



ROCK TEST REPORT Test laboartor		Macon					
Material Name	Dolomite						
Date	10/03/2011						
Solid density	2,70 t/m ³						
Bulk density	1,3						
Compression strength	Mpa						
Acid dissolution	100%						
Humidity	%						
CRUSHABILITY WORK INDEX:							
	Average number of rocks		Maximum				
Work Index (Bond)		kW/t					
Crushability	32,40 % (-1,6 mm)		% (-0,125 mm)				
Los Angeles value							
Dynamic fragmentation	19,40%						
ABRASION INDEX							
Abrasiveness	60,00 g/t						
NOTES:	Dolomia 1						
Attachments:							
Crushability	Dynamic fragmentation	Abrasiveness					
<input type="checkbox"/> very easy	<input type="checkbox"/> very easy	<input checked="" type="checkbox"/> non abrasive					
<input type="checkbox"/> easy	<input type="checkbox"/> easy	<input type="checkbox"/> slightly abrasive					
<input checked="" type="checkbox"/> medium	<input checked="" type="checkbox"/> medium	<input type="checkbox"/> medium abrasive					
<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> abrasive					
<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very abrasive					
Physical properties of common rocks							
Rock name	SiO ₂	Specific gravity	Wi (Bond)	Los A	Crushability	Dynamic fragmentation	Abrasiveness
Amphibolite					25 – 46	15 - 24	300 - 1 600
Basalt	20 - 50	2,7 - 3,1	10 - 20	8 – 21	20 – 44	11 - 32	500 - 2 300
Diabase	45 - 55	2,6 - 3,1	14 - 22	7 – 34	18 – 44	11 - 21	450 - 2 300
Diorite	55 - 70	2,6 - 2,9	10 - 22	14 – 30	13 – 24	13 - 24	400 - 1 700
Dolomite	0 - 10	2,6 - 3,0	6 - 12	15 – 55	20 – 38	20 - 38	20 – 450
Gabbro	40- 55	2,7 - 3,0	8 - 22	14 – 30	15 – 19	15 - 19	800 - 1 700
Gneiss	55 - 75	2,6 - 2,8	11 - 18	15 – 28	30 – 67	12 - 42	600 – 1600
Granit	65 - 75	2,6 - 2,8	10 - 20	17 – 35	28 – 90	17 - 41	900 – 1900
Gravel					30 – 55	15 - 30	300 - 2 500
Limestone	0 - 30	2,4 - 2,8	6 - 15	30 – 45	30 – 62	28 - 44	0 – 500
Rhyolite		2,6 - 3,0			16 – 56	8 – 31	700 – 1 900
Sandstone		2,5 - 2,7	8 – 16	15 – 55	32 – 60	20 – 35	300 - 2 200
Quartzite	90 - 99	2,5 - 2,7	9 - 17	17 – 30	22 – 65	14 - 40	1 400 - 2 400



ROCK TEST REPORT Test laboartor		Macon					
Material Name		Limestone					
Date		10/03/2011					
Solid density		2,70 t/m ³					
Bulk density		1,15					
Compression strength		Mpa					
Acid dissolution		100%					
Humidity		%					
CRUSHABILITY WORK INDEX:							
	Average number of rocks	Maximum					
Work Index (Bond)							
Crushability	43,80 % (-1,6 mm)	% (-0,125 mm)	kW/t				
Los Angeles value							
Dynamic fragmentation	27,70%						
ABRASION INDEX							
Abrasiveness	80,00 g/t						
NOTES:	Marga S.M						
Attachments:							
Crushability	Dynamic fragmentation	Abrasiveness					
<input type="checkbox"/> very easy	<input type="checkbox"/> very easy	<input checked="" type="checkbox"/> non abrasive					
<input checked="" type="checkbox"/> easy	<input checked="" type="checkbox"/> easy	<input type="checkbox"/> slightly abrasive					
<input type="checkbox"/> medium	<input type="checkbox"/> medium	<input type="checkbox"/> medium abrasive					
<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> abrasive					
<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very abrasive					
Physical properties of common rocks							
Rock name	SiO ₂	Specific gravity	Wi (Bond)	Los A	Crushability	Dynamic fragmentation	Abrasiveness
Amphibolite					25 – 46	15 - 24	300 - 1 600
Basalt	20 - 50	2,7 - 3,1	10 - 20	8 – 21	20 – 44	11 - 32	500 - 2 300
Diabase	45 - 55	2,6 - 3,1	14 - 22	7 – 34	18 – 44	11 - 21	450 - 2 300
Diorite	55 - 70	2,6 - 2,9	10 - 22	14 – 30	13 – 24	13 - 24	400 - 1 700
Dolomite	0 - 10	2,6 - 3,0	6 - 12	15 – 55	20 – 38	20 - 38	20 – 450
Gabbro	40- 55	2,7 - 3,0	8 - 22	14 – 30	15 – 19	15 - 19	800 - 1 700
Gneiss	55 - 75	2,6 - 2,8	11 - 18	15 – 28	30 – 67	12 - 42	600 – 1600
Granit	65 - 75	2,6 - 2,8	10 - 20	17 – 35	28 – 90	17 - 41	900 – 1900
Gravel					30 – 55	15 - 30	300 - 2 500
Limestone	0 - 30	2,4 - 2,8	6 - 15	30 – 45	30 – 62	28 - 44	0 – 500
Rhyolite		2,6 - 3,0			16 – 56	8 – 31	700 – 1 900
Sandstone		2,5 - 2,7	8 – 16	15 – 55	32 – 60	20 – 35	300 - 2 200
Quartzite	90 - 99	2,5 - 2,7	9 - 17	17 – 30	22 – 65	14 - 40	1 400 - 2 400



ROCK TEST REPORT Test laboartor		Macon					
Material Name	Dolomite						
Date	10/03/2011						
Solid density	2,70 t/m ³						
Bulk density	1,3						
Compression strength	Mpa						
Acid dissolution	100%						
Humidity	%						
CRUSHABILITY WORK INDEX:							
	Average number of rocks		Maximum				
Work Index (Bond)		kW/t					
Crushability	36 % (-1,6 mm)		% (-0,125 mm)				
Los Angeles value							
Dynamic fragmentation	22,60%						
ABRASION INDEX							
Abrasiveness	60,00 g/t						
NOTES:							
Dolomia 2							
Attachments:							
Crushability	Dynamic fragmentation	Abrasion					
<input type="checkbox"/> very easy	<input type="checkbox"/> very easy	<input checked="" type="checkbox"/> non abrasive					
<input type="checkbox"/> easy	<input type="checkbox"/> easy	<input type="checkbox"/> slightly abrasive					
<input checked="" type="checkbox"/> medium	<input checked="" type="checkbox"/> medium	<input type="checkbox"/> medium abrasive					
<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> abrasive					
<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very abrasive					
Physical properties of common rocks							
Rock name	SiO ₂	Specific gravity	Wi (Bond)	Los A	Crushability	Dynamic fragmentation	Abrasiveness
Amphibolite					25 - 46	15 - 24	300 - 1 600
Basalt	20 - 50	2,7 - 3,1	10 - 20	8 - 21	20 - 44	11 - 32	500 - 2 300
Diabase	45 - 55	2,6 - 3,1	14 - 22	7 - 34	18 - 44	11 - 21	450 - 2 300
Diorite	55 - 70	2,6 - 2,9	10 - 22	14 - 30	13 - 24	13 - 24	400 - 1 700
Dolomite	0 - 10	2,6 - 3,0	6 - 12	15 - 55	20 - 38	20 - 38	20 - 450
Gabbro	40 - 55	2,7 - 3,0	8 - 22	14 - 30	15 - 19	15 - 19	800 - 1 700
Gneiss	55 - 75	2,6 - 2,8	11 - 18	15 - 28	30 - 67	12 - 42	600 - 1600
Granit	65 - 75	2,6 - 2,8	10 - 20	17 - 35	28 - 90	17 - 41	900 - 1900
Gravel					30 - 55	15 - 30	300 - 2 500
Limestone	0 - 30	2,4 - 2,8	6 - 15	30 - 45	30 - 62	28 - 44	0 - 500
Rhyolite		2,6 - 3,0			16 - 56	8 - 31	700 - 1 900
Sandstone		2,5 - 2,7	8 - 16	15 - 55	32 - 60	20 - 35	300 - 2 200
Quartzite	90 - 99	2,5 - 2,7	9 - 17	17 - 30	22 - 65	14 - 40	1 400 - 2 400



ROCK TEST REPORT Test laboartor		Macon					
Material Name	Limestone						
Date	10/03/2011						
Solid density	2,65 t/m ³						
Bulk density	1,2						
Compression strenght	Mpa						
Acid disolution	67%						
Humidity	%						
CRUSHABILITY WORK INDEX:							
	Average number of rocks		Maximum				
Work Index (Bond)		kW/t					
Crushability	48 % (-1,6 mm)		% (-0,125 mm)				
Los Angeles value							
Dynamic fragmentation	30,60%						
ABRASION INDEX							
Abrasiveness	140,00 g/t						
NOTES:	Marga 2						
Attachments:							
Crushability	Dynamic fragmentation	Abrassiveness					
<input type="checkbox"/> very easy	<input type="checkbox"/> very easy	<input type="checkbox"/> non abrasive					
<input checked="" type="checkbox"/> easy	<input checked="" type="checkbox"/> easy	<input checked="" type="checkbox"/> slightly abrasive					
<input type="checkbox"/> medium	<input type="checkbox"/> medium	<input type="checkbox"/> medium abrasive					
<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> abrasive					
<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very abrasive					
Physical properties of common rocks							
Rock name	SiO ₂	Specific gravity	Wi (Bond)	Los A	Crushability	Dynamic fragmentation	Abrasiveness
Amphibolite					25 – 46	15 - 24	300 - 1 600
Basalt	20 - 50	2,7 - 3,1	10 - 20	8 – 21	20 – 44	11 - 32	500 - 2 300
Diabase	45 - 55	2,6 - 3,1	14 - 22	7 – 34	18 – 44	11 - 21	450 - 2 300
Diorite	55 - 70	2,6 - 2,9	10 - 22	14 – 30	13 – 24	13 - 24	400 - 1 700
Dolomite	0 - 10	2,6 - 3,0	6 - 12	15 – 55	20 – 38	20 - 38	20 – 450
Gabbro	40 - 55	2,7 - 3,0	8 - 22	14 – 30	15 – 19	15 - 19	800 - 1 700
Gneiss	55 - 75	2,6 - 2,8	11 - 18	15 – 28	30 – 67	12 - 42	600 – 1600
Granit	65 - 75	2,6 - 2,8	10 - 20	17 – 35	28 – 90	17 - 41	900 – 1900
Gravel					30 – 55	15 - 30	300 - 2 500
Limestone	0 - 30	2,4 - 2,8	6 - 15	30 – 45	30 – 62	28 - 44	0 – 500
Rhyolite		2,6 - 3,0			16 – 56	8 – 31	700 – 1 900
Sandstone		2,5 - 2,7	8 – 16	15 – 55	32 – 60	20 – 35	300 - 2 200
Quartzite	90 - 99	2,5 - 2,7	9 - 17	17 – 30	22 – 65	14 - 40	1 400 - 2 400



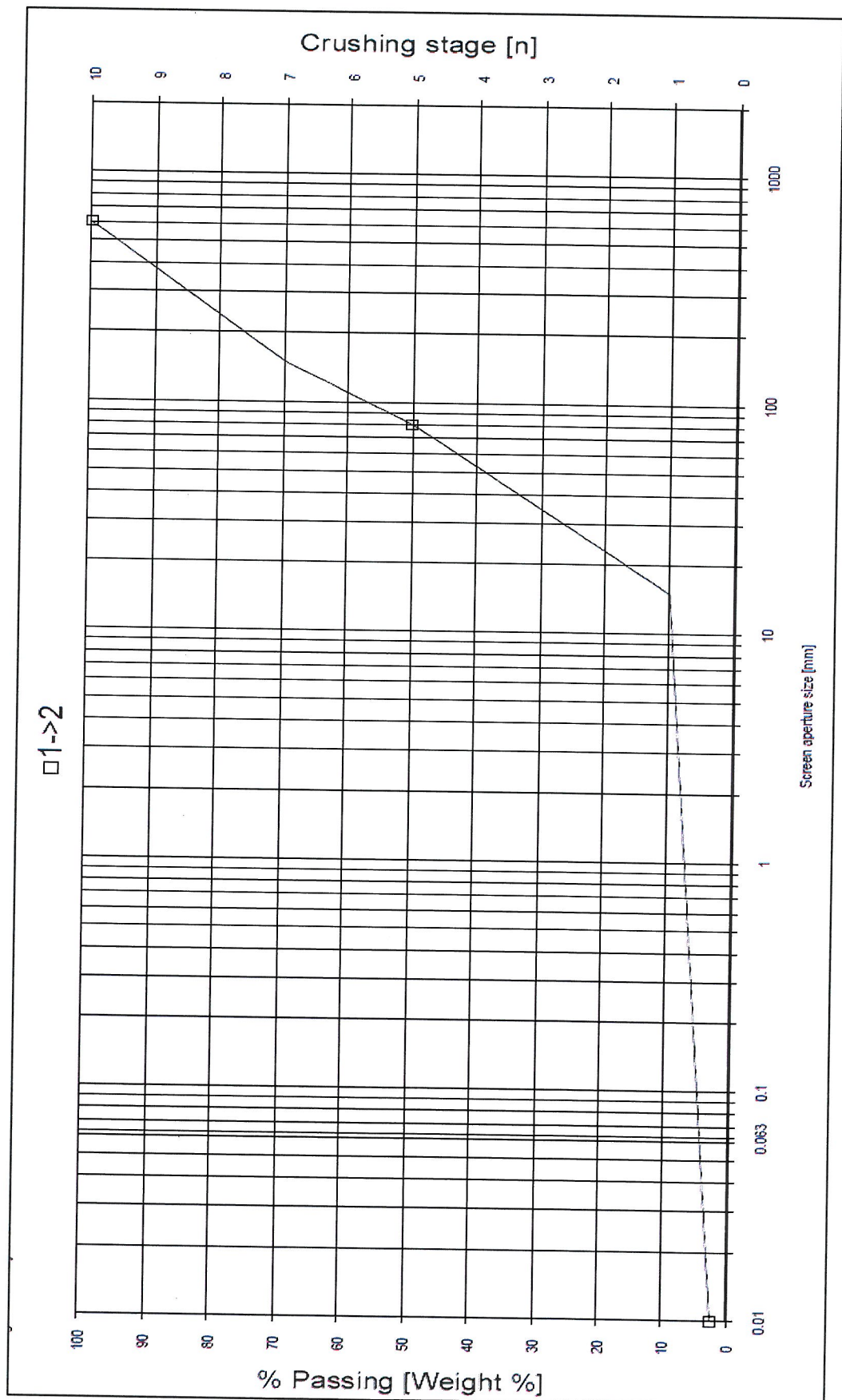
ROCK TEST REPORT Test laboartor			Macon				
Material Name			Limestone				
Date			10/03/2011				
Solid density			2,70 t/m3				
Bulk density			1,25				
Compression strength			Mpa				
Acid dissolution			100%				
Humidity			%				
CRUSHABILITY WORK INDEX:							
		Average number of rocks		Maximum			
Work Index (Bond)				kW/t			
Crushability		35,20 % (-1,6 mm)		% (-0,125 mm)			
Los Angeles value							
Dynamic fragmentation		18,60%					
ABRASION INDEX							
Abrassiveness		0,00 g/t					
NOTES:		Caliza 2					
Attachments:							
Crushability		Dynamic fragmentation		Abrassiveness			
<input type="checkbox"/> very easy		<input type="checkbox"/> very easy		<input checked="" type="checkbox"/> non abrasive			
<input type="checkbox"/> easy		<input type="checkbox"/> easy		<input type="checkbox"/> slightly abrasive			
<input checked="" type="checkbox"/> medium		<input checked="" type="checkbox"/> medium		<input type="checkbox"/> medium abrasive			
<input type="checkbox"/> difficult		<input type="checkbox"/> difficult		<input type="checkbox"/> abrasive			
<input type="checkbox"/> very difficult		<input type="checkbox"/> very difficult		<input type="checkbox"/> very abrasive			
Physical properties of common rocks							
Rock name	SiO2	Specific gravity	Wi (Bond)	Los A	Crushability	Dynamic fragmentation	Abrassiveness
Amphibolite					25 – 46	15 - 24	300 - 1 600
Basalt	20 - 50	2,7 - 3,1	10 - 20	8 – 21	20 – 44	11 - 32	500 - 2 300
Diabase	45 - 55	2,6 - 3,1	14 - 22	7 – 34	18 – 44	11 - 21	450 - 2 300
Diorite	55 - 70	2,6 - 2,9	10 - 22	14 – 30	13 – 24	13 - 24	400 - 1 700
Dolomite	0 - 10	2,6 - 3,0	6 - 12	15 – 55	20 – 38	20 - 38	20 – 450
Gabbro	40- 55	2,7 - 3,0	8 - 22	14 – 30	15 – 19	15 - 19	800 - 1 700
Gneiss	55 - 75	2,6 - 2,8	11 - 18	15 – 28	30 – 67	12 - 42	600 – 1600
Granit	65 - 75	2,6 - 2,8	10 - 20	17 – 35	28 – 90	17 - 41	900 – 1900
Gravel					30 – 55	15 - 30	300 - 2 500
Limestone	0 - 30	2,4 - 2,8	6 - 15	30 – 45	30 – 62	28 - 44	0 – 500
Rhyolite		2,6 - 3,0			16 – 56	8 – 31	700 – 1 900
Sandstone		2,5 - 2,7	8 – 16	15 – 55	32 – 60	20 – 35	300 - 2 200
Quartzite	90 - 99	2,5 - 2,7	9 - 17	17 – 30	22 – 65	14 - 40	1 400 - 2 400



ROCK TEST REPORT Test laboartor		Macon					
Material Name	Dolomite						
Date	10/03/2011						
Solid density	2,70 t/m ³						
Bulk density	1,25						
Compression strenght	Mpa						
Acid disolution	100%						
Humidity	%						
CRUSHABILITY WORK INDEX:							
	Average number of rocks	Maximum					
Work Index (Bond)							
Crushability	36,70 % (-1,6 mm)	% (-0,125 mm)	kW/t				
Los Angeles value							
Dynamic fragmentation	22,30%						
ABRASION INDEX							
Abrasiveness	40,00 g/t						
NOTES:	Caliza 1						
Attachments:							
Crushability	Dynamic fragmentation	Abrassiveness					
<input type="checkbox"/> very easy	<input type="checkbox"/> very easy	<input checked="" type="checkbox"/> non abrasive					
<input type="checkbox"/> easy	<input type="checkbox"/> easy	<input type="checkbox"/> slightly abrasive					
<input checked="" type="checkbox"/> medium	<input checked="" type="checkbox"/> medium	<input type="checkbox"/> medium abrasive					
<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> abrasive					
<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very abrasive					
Physical properties of common rocks							
Rock name	SiO ₂	Specific gravity	Wi (Bond)	Los A	Crushability	Dynamic fragmentation	Abrasiveness
Amphibolite					25 – 46	15 - 24	300 - 1 600
Basalt	20 - 50	2,7 - 3,1	10 - 20	8 – 21	20 – 44	11 - 32	500 - 2 300
Diabase	45 - 55	2,6 - 3,1	14 - 22	7 – 34	18 – 44	11 - 21	450 - 2 300
Diorite	55 - 70	2,6 - 2,9	10 - 22	14 – 30	13 – 24	13 - 24	400 - 1 700
Dolomite	0 - 10	2,6 - 3,0	6 - 12	15 – 55	20 – 38	20 - 38	20 – 450
Gabbro	40- 55	2,7 - 3,0	8 - 22	14 – 30	15 – 19	15 - 19	800 - 1 700
Gneiss	55 - 75	2,6 - 2,8	11 - 18	15 – 28	30 – 67	12 - 42	600 – 1600
Granit	65 - 75	2,6 - 2,8	10 - 20	17 – 35	28 – 90	17 - 41	900 – 1900
Gravel					30 – 55	15 - 30	300 - 2 500
Limestone	0 - 30	2,4 - 2,8	6 - 15	30 – 45	30 – 62	28 - 44	0 – 500
Rhyolite		2,6 - 3,0			16 – 56	8 – 31	700 – 1 900
Sandstone		2,5 - 2,7	8 – 16	15 – 55	32 – 60	20 – 35	300 - 2 200
Quartzite	90 - 99	2,5 - 2,7	9 - 17	17 – 30	22 – 65	14 - 40	1 400 - 2 400



ROCK TEST REPORT Test laboartor		Macon					
Material Name	Rodeno						
Date	10/03/2011						
Solid density	2,50 t/m ³						
Bulk density	1,1						
Compression strength	Mpa						
Acid dissolution	0%						
Humidity	%						
CRUSHABILITY WORK INDEX:							
	Average number of rocks	Maximum					
Work Index (Bond)							
Crushability	76,6 % (-1,6 mm)						
Los Angeles value		% (-0,125 mm)					
Dynamic fragmentation	38,80%						
ABRASION INDEX							
Abrasiveness	780 g/t						
NOTES: Rodeno							
Attachments:							
Crushability	Dynamic fragmentation	Abrassiveness					
<input checked="" type="checkbox"/> very easy	<input checked="" type="checkbox"/> very easy	<input checked="" type="checkbox"/> non abrasive					
<input type="checkbox"/> easy	<input checked="" type="checkbox"/> easy	<input type="checkbox"/> slightly abrasive					
<input type="checkbox"/> medium	<input type="checkbox"/> medium	<input checked="" type="checkbox"/> medium abrasive					
<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> abrasive					
<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very difficult	<input type="checkbox"/> very abrasive					
Physical properties of common rocks							
Rock name	SiO ₂	Specific gravity	Wi (Bond)	Los A	Crushability	Dynamic fragmentation	Abrasiveness
Amphibolite					25 – 46	15 - 24	300 - 1 600
Basalt	20 - 50	2,7 - 3,1	10 - 20	8 – 21	20 – 44	11 - 32	500 - 2 300
Diabase	45 - 55	2,6 - 3,1	14 - 22	7 – 34	18 – 44	11 - 21	450 - 2 300
Diorite	55 - 70	2,6 - 2,9	10 - 22	14 – 30	13 – 24	13 - 24	400 - 1 700
Dolomite	0 - 10	2,6 - 3,0	6 - 12	15 – 55	20 – 38	20 - 38	20 – 450
Gabbro	40- 55	2,7 - 3,0	8 - 22	14 – 30	15 – 19	15 - 19	800 - 1 700
Gneiss	55 - 75	2,6 - 2,8	11 - 18	15 – 28	30 – 67	12 - 42	600 – 1600
Granit	65 - 75	2,6 - 2,8	10 - 20	17 – 35	28 – 90	17 - 41	900 – 1900
Gravel					30 – 55	15 - 30	300 - 2 500
Limestone	0 - 30	2,4 - 2,8	6 - 15	30 – 45	30 – 62	28 - 44	0 – 500
Rhyolite		2,6 - 3,0			16 – 56	8 – 31	700 – 1 900
Sandstone		2,5 - 2,7	8 – 16	15 – 55	32 – 60	20 – 35	300 - 2 200
Quartzite	90 - 99	2,5 - 2,7	9 - 17	17 – 30	22 – 65	14 - 40	1 400 - 2 400



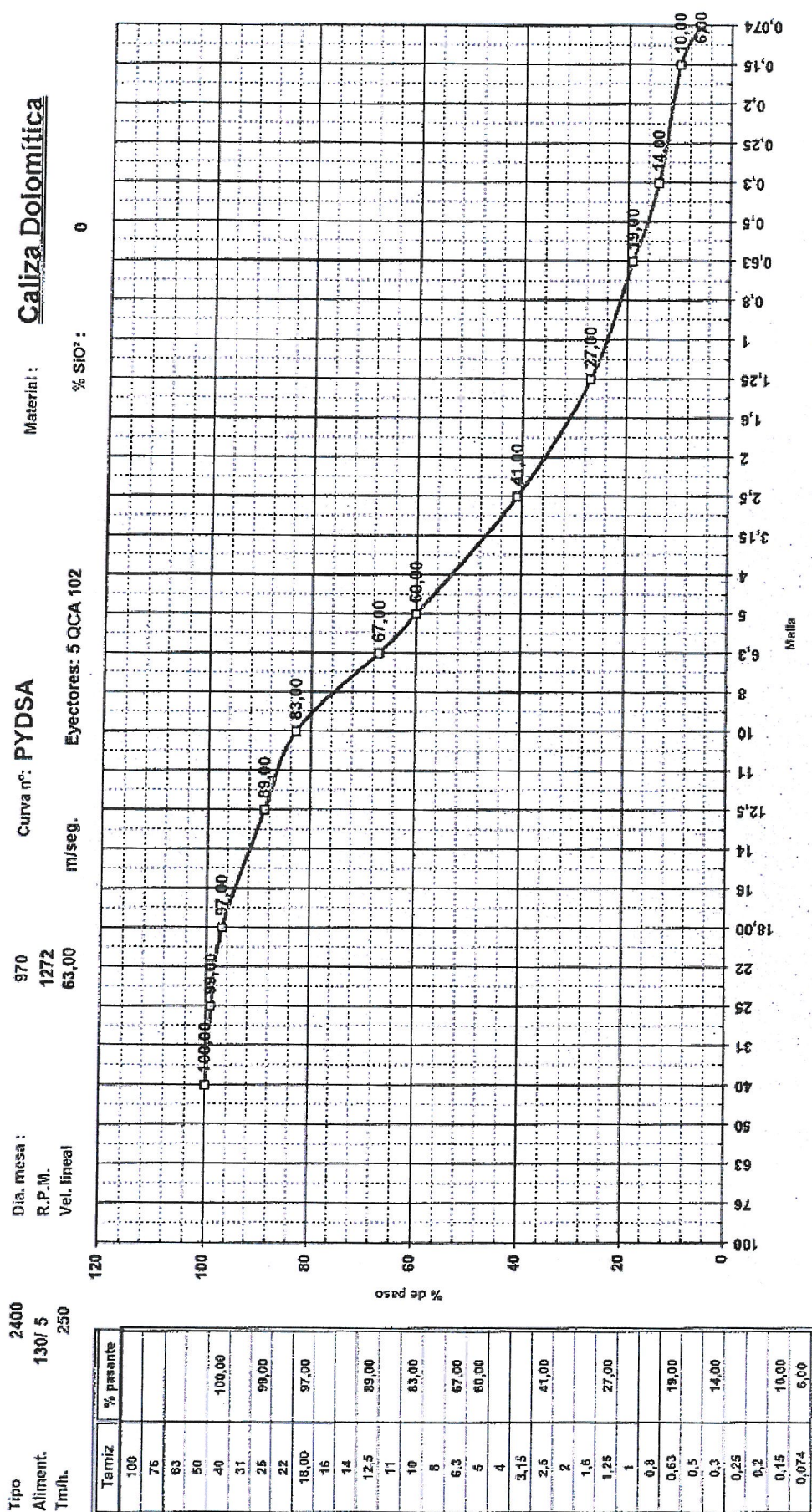
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Titulación: Ingeniero Técnico de Minas.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
GEOLÓGICA

DISEÑO DE UNA PLANTA DE
TRITURACIÓN Y CRIBADO DE
CALIZA PARA CEMENTO

DOCUMENTO IV: CURVA DE
PRODUCCIÓN DE LOS MOLINOS



**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
TRITURACIÓN Y CRIBADO DE
CALIZA PARA CEMENTO**

**DOCUMENTO V: PLANNING
MANTENIMIENTO**

[illegible]

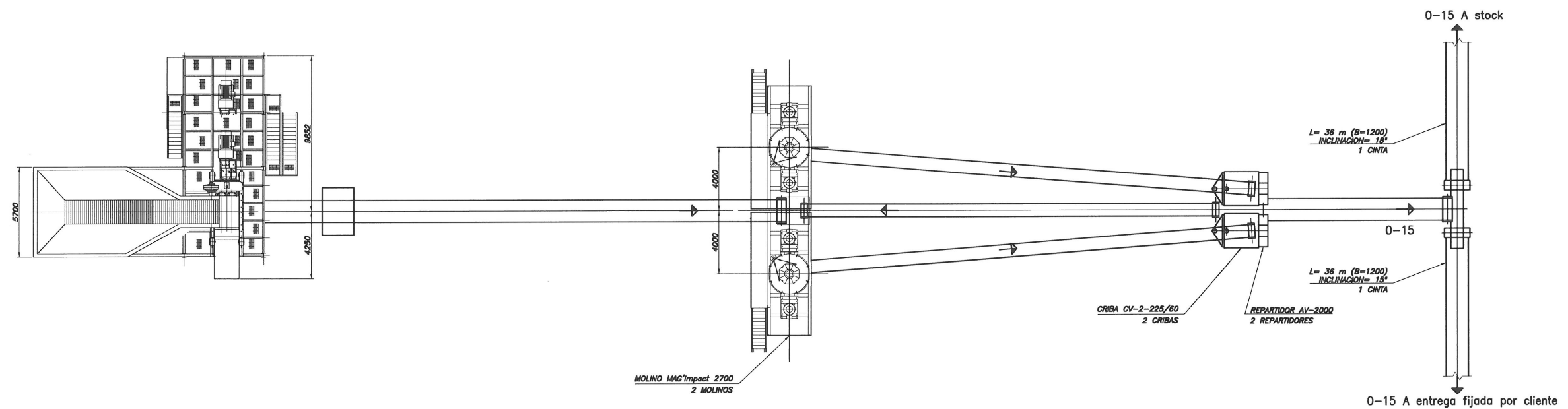
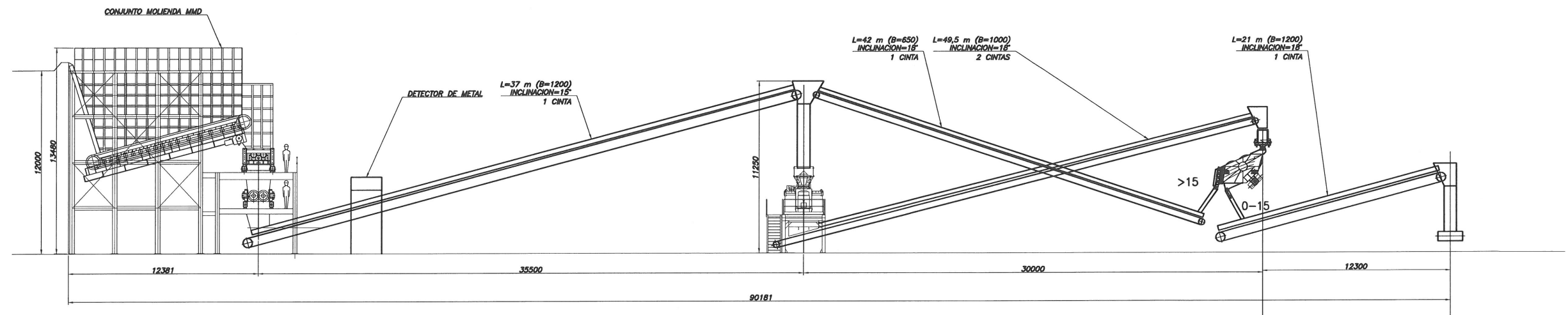
**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
TRITURACIÓN Y CRIBADO DE
CALIZA PARA CEMENTO**

DOCUMENTO IV: PLANOS



INDICE DE PLANOS

PLANO Nº 1: IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS



E.T.S. DE INGENIEROS DE MINAS

AUTOR
M^a José García Cantos

ESCALA
1/300

FECHA
04/06/2012

Nº DE PLANO
1

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRITURACION Y
CRIBADO DE CALIZA PARA CEMENTO

IMPLANTACION DE EQUIPOS